Die

Phosphoritkonkretionen

des

Untersten Culms in Ostthüringen und dem Vogtlande.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

bei der

Hohen philosophischen Fakultät der Universität Leipzig

eingereicht von

Johannes Lehder

aus Erfurt.

Stuttgart.

E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Nägele).

1906.

Die

Phosphoritkonkretionen

des

Untersten Culms in Ostthüringen und dem Vogtlande.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

bei der

Hohen philosophischen Fakultät der Universität Leipzig

eingereicht von

Johannes Lehder

aus Erfurt.

UNIV. BIBL.

Stuttgart.

E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Nägele).

1906.

Angenommen von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Sektion auf Grund der Gutachten der Herren Credner und Zirkel.

Leipzig, den 12. Dezember 1905. Der Procancellar:
Marx.

Separat-Abdruck aus dem Neuen Jahrbuch für Mineralogie etc. Beil.-Bd. XXII.

Druck von Carl Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

Meinen lieben Eltern in Dankbarkeit

der Verfasser.

Die Phosphoritkonkretionen des Untersten Culms in Ostthüringen und dem Vogtlande.

Von

Johannes Lehder in Leipzig.

Mit 2 geologischen Profilen.

Inhalt.

	Seite
Einleitung	49
I. Der fichtelgebirgisch-thüringische Culm und die Geschichte seiner Erforschung	49— 62
II. Spezielle Beschreibung der Phosphoritkonkretionen	62— 90
1. Gestalt und Größe der Phosphoritkonkretionen	62— 64
2. Petrographische Beschaffenheit der Phosphoritkonkretionen	64— 66
3. Die Verbandsverhältnisse der Phosphoritkonkretionen mit den Schiefern	66— 67
4. Chemische Beschaffenheit der Phosphoritkonkretionen und die Phosphoritführung ihres Nebengesteins	67— 78
5. Organische Reste der Phosphoritkonkretionen	78— 90
A. Pflanzliche Reste	78— 80
B. Tierische Reste	80— 90
III. Der Aufbau, die Verbands- und Lagerungsverhältnisse der phosphoritführenden Stufe des thüringisch-vogtländischen Unteren Culms	90—105
A. In Ostthüringen	90—102
1. Profil im oberen Mühltal bei Obernitz, südlich von Saalfeld	90— 91
2. Profil im Eisenbahneinschnitt am Südfuß des Gleitsches (südlich von Saalfeld)	92— 94
3. Profil am Westabhang des Schluffes gegenüber von Kaulsdorf a. Saale	94— 95
4. Profil bei Lehesten	95— 98

Seite
5. Die phosphoritführenden Rußschiefer des Loquitztales unterhalb Probstzella . . . . . 98— 99
6. Profil nördlich von Zadelsdorf bei Zeulenroda . . 99—101
7. Der Konkretionen von Kieselphosphorit führende Untere Culm südlich von Weida . . . . . 101—102
B. Im Vogtlande . . . . . 102—105
1. Profil durch die Culminsel beim Schafhaus, nördlich von Raschau . . . . . 103—104
2. Die phosphoritführenden Schiefer südöstlich von Mühltroff . . . . . 104—105
IV. Betrachtungen über die Bildung der culmischen Phosphoritkonkretionen . . . . . 105—113

Einleitung.

Im Jahre 1895 machte uns Herm. Credner mit dem Reichtum des Leipziger Mitteloligocäns an versteinerungsführenden Phosphoritknollen bekannt. Einige Jahre später wandte sich L. Kruft auf Anregung seines Lehrers Credner der Untersuchung und Beschreibung der Phosphoritführung des vogtländischen Obersilurs zu. Im Anschluß an diese Arbeiten soll die nachstehende Abhandlung die Führung des vogtländisch-ostthüringischen Culms von Phosphoritkonkretionen verfolgen.

Wie durch seine Anregung, so hat mein verehrter Lehrer, Herr Geh. Bergrat Prof. Dr. H. Credner, diese von mir ins Werk gesetzte Untersuchung stetig mit Rat und Tat gefördert, so daß ich mich verpflichtet fühle, ihm auch an dieser Stelle meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen. Ebenso fühle ich mich auch Herrn Landesgeologen Dr. E. Zimmermann für seine anregende Teilnahme an meinen auf obiges Thema gerichteten Bemühungen zu aufrichtigstem Danke verpflichtet. Desgleichen auch Herrn Hofrat Dr. M. Guthzeit und Herrn Dr. P. Schmidt für die freundliche Unterstützung, die sie mir bei meinen analytischen Untersuchungen im I. chemischen Laboratorium der Universität Leipzig gewährten.

I. Der fichtelgebirgisch-thüringische Culm und die Geschichte seiner Erforschung.

Unsere genauere Kenntnis des geologischen Aufbaus des ostthüringischen Schiefergebirges beginnt erst mit den hierfür grundlegenden Arbeiten R. Richter's. Dieser unermüdliche

Forscher unterwarf die weitere Umgebung seiner Heimatstadt Saalfeld der gründlichsten geologischen Untersuchung und legte die in langjähriger Arbeit gewonnenen Resultate in zahlreichen Abhandlungen und Aufsätzen nieder.

Unter den Formationen, die sich am Aufbau des oben genannten Gebietes beteiligen, nimmt in ganz hervorragendem Maße die untere Abteilung der Carbonformation in Gestalt des Culms teil. Wenn nun auch Richter noch nicht die richtige Auffassung über die vertikale Ausdehnung, also vor allem über die untere Abgrenzung des Culms erlangte, so hat er doch im übrigen auch für diese Formation sehr Verdienstliches geleistet. Besonders zwei seiner Abhandlungen in der Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft[1] befassen sich ganz speziell mit dem ostthüringischen Culm. In diesen Arbeiten charakterisierte und gliederte er den letzteren folgendermaßen:

Das Liegende des Culms sollte nach Richter eine von ihm als Pflanzenschicht beschriebene, wenige Meter mächtige, als oberstes Oberdevon aufgefaßte Bank bilden[2]. Aus dieser erwähnt er neben zahlreichen pflanzlichen Resten, deren Bearbeitung er Unger überließ, auch das Auftreten von „kugeligen[3] oder auch unregelmäßig rundlichen Koagulationen, die oft auch durch dieselbe Substanz petrifizierte Pflanzenreste umhüllen. Neben Eisengehalt haben diese Koagulationen von Härte 6,5 und spez. Gew. 2,86 auch Kalkgehalt, wie aus der hechtgrauen Färbung sich ergibt, die sie unter Einwirkung von Säuren annehmen. Frisch zeigen sie vollkommen ebenen Bruch, bei eindringender Verwitterung erscheinen sie aus konzentrischen Schalen zusammengesetzt und wandeln sich endlich in Eisenocker oder (sekundär) in körnigen Kalk um.“

Der Culm, welcher nach Richter erst über dieser Pflanzenbank beginnen und erst auf diese folgen sollte, wird nach

[1] Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1864. 155—172. Der Culm in Thüringen; — 1869. 341—443. Das thüringische Schiefergebirge.

[2] R. Richter, Beitrag zur Paläontologie des Thüringer Waldes. Die Grauwacke des Bohlen und des Pfaffenberges bei Saalfeld. 1848. Leipzig und Dresden. — R. Richter und F. Unger, Beitrag zur Paläontologie des Thüringer Waldes. Denkschr. d. k. k. Akad. zu Wien. Math.-naturw. Kl. 11. 1856.

[3] Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1869. 383 u. 384.

seiner Ansicht von einem wenig mächtigen System von Sandsteinen, Tonschiefern und Konglomeraten aufgebaut. Die Sandsteine, die sich hauptsächlich aus Quarzkörnchen, verwitterten Feldspatfragmenten und Schiefersplitterchen zusammensetzen, also als Grauwacke zu bezeichnen sein würden, walten bei weitem vor, während sich die Tonschiefer nur als dünne Zwischenschichten zwischen den Sandsteinbänken einstellen. Die Konglomerate treten lokal nur in den obersten Teilen des Culms auf und sind an keinen bestimmten Horizont desselben gebunden.

Von Fossilien führt Richter eine Anzahl von pflanzlichen und wenige, und bloß unsicher deutbare, tierische Reste an.

Zu diesen Auffassungen Richter's sei gleich jetzt bemerkt, daß nach unseren heutigen Begriffen seine oberdevonische „Pflanzenschicht", nämlich Liebe's „Rußschiefer", unserem jetzigen Unteren Culm, und zwar als dessen unterste Stufe, zugerechnet wird, während Richter's „Culm" zum größten Teil unseren heutigen Oberen Culm repräsentiert.

Erst zehn Jahre nach dieser damals grundlegenden Arbeit Richter's fand die südwestliche Endregion der hercynischen Culmzone eine eingehende Behandlung durch Gümbel in seinem Werke „Geognostische Beschreibung des Fichtelgebirges"[1]. Leider gelangten hierbei, da sich dieses Werk wesentlich die spezielle Beschreibung des bayrischen Gebietes zum Ziele gesetzt hat, nur die südlichen Grenzgebiete Ostthüringens zur genaueren Darstellung, während die sich nördlich und nordöstlich anschließenden Culmareale nur kurz skizziert wurden. Seine auf letztere bezügliche Darstellung des Culms läßt sich im folgenden kurz zusammenfassen:

Der Culm des Gümbel'schen Untersuchungsgebietes nimmt zwei Areale mit verschiedener Fazies ein, das eine östliche mit fichtelgebirgischer, das andere westliche mit Frankenwald-Fazies. Auf die Clymenien- und Goniatitenkalke des Oberdevons folgen im Osten, also im Vorlande des eigentlichen Fichtelgebirges, als liegendste Schichten des Unteren Culms mächtige Bänke von Bergkalk, erfüllt mit Überresten von Meerestieren — Brachiopoden, Korallen und Entomostraceen. Ihre

[1] Gotha 1879. p. 526 ff.

maximale Entwicklung finden diese Kalklager in der Gegend östlich von Hof. Nach Nordwesten zu beginnt allmählich der Bergkalk zu schwinden, indem er zuerst noch größere lokale Lager bildet, weiterhin aber als seine letzten Andeutungen nur noch einzelne Kalklinsen im Tonschiefer eingebettet darbietet, die endlich im eigentlichen Frankenwald gänzlich verschwinden. Hier treten an Stelle des kalksteinführenden Tonschiefers kalkreiche körnige Grauwacken sowie, besonders in der näheren und weiteren Umgebung der Stadt Lehesten, dunkelblaue bis schwarze Tonschiefer, die als Dachschiefer an vielen Orten abgebaut werden.

Die Gesamtheit dieser Gebilde faßt Gümbel als Unteren Culm zusammen und charakterisiert diesen als „diejenigen (l. c. p. 529) über den hangendsten devonischen Schichten lagernden Schichten, welche neben wirren schwarzen Tonschieferlagen entweder Zwischenbänke von Culmkalk, kalkige Grauwacke mit Konglomeraten und Lyditbildungen enthalten (Fichtelgebirgsfazies) oder vorherrschend Dachschieferschichten von der Art der Lehestener (thüringische Fazies) beherbergen. Ihr Abschluß nach oben ist allerdings kein auffallender und scharfer. Indem man die Gesteinsreihe aufwärts verfolgt, stellen sich immer häufiger Grauwacken- und Konglomeratbänke ein, die dünn- und ebenspaltenden Dachschiefer sind verschwunden und dafür treten hellgraue, wohl auch rötlich gefärbte, mehr erdig aussehende, meist sehr deutlich kurzgriffelig zerfallende Tonschiefer zwischen der Grauwacke ein.“

„Mit dieser Anhäufung von Grauwackenbänken haben wir bereits die „Obere Culmstufe“ erreicht, welche nun in einem unendlichen Wechsel von Tonschiefer- und Grauwackenschichten ohne Kohlen- und Anthrazitflöze die jüngsten Glieder der Formation, die in diesem Gebiete überhaupt vorkommen, in sich vereinigt.“

Die organischen Reste des oben geschilderten Culms gehören zumeist der reichen Fauna des fichtelgebirgischen Kohlenkalkes an. Die äquivalente Dachschieferfazies des Frankenwaldes hingegen ist im ganzen sehr arm an Versteinerungen, von denen außerdem die Mehrzahl von Gümbel den Algen zugerechnet wurde. Für uns besonders bemerkens-

wert sind von Gümbel als *Sporites* sp. bezeichnete mikroskopisch kleine „kugelige Körperchen“ von höchstens 0,15 mm Durchmesser, die von ihm in Dünnschliffen des Dachschiefers oft in großer Zahl angetroffen wurden. Er deutet sie als Sporen solcher Pflanzen, deren Stammstücke mit ihnen in Vergesellschaftung vorkommen, so von *Archaeocalamites radiatus* Brongn., *A. tenuissimus* Göpp. sp., *Sagenaria Veltheimiana* Göpp. u. a. In einem späteren Abschnitt dieser Arbeit soll auf diese Deutung noch speziell eingegangen werden.

Ein Vergleich der Auffassung des ostthüringischen Culms von seiten Richter's mit derjenigen Gümbel's ergibt die bedeutungsvollen Unterschiede beider.

Richter ging bei seiner Abtrennung, Charakteristik und Gliederung des Culms von dessen ostthüringischer Ausbildungsweise aus. Da hier die untere Stufe desselben einen eigenartigen Habitus nicht aufweist und sich ziemlich innig an das Oberdevon anreiht, so glaubte er diese Stufe noch dem obersten Oberdevon zurechnen zu dürfen und gelangte somit zur Beschränkung der ganzen Culmformation auf denjenigen Schichtenkomplex, der später als obere Abteilung des Culms erkannt wurde.

Gümbel dagegen begann seine Untersuchungen des Culms in dessen Fichtelgebirgsfazies, fand in dessen unterer kalkreichen Stufe eine charakteristische Carbonfauna und verfolgte den hierdurch nachgewiesenen Unteren Culm bis zu dessen ostthüringischer Schieferfazies, die sich nun im Gegensatz zu der Auffassung Richter's nicht als oberstes Devon, sondern als Unterer Culm offenbarte. Durch diesen Nachweis erhielten zugleich die vielgenannten Lehestener Schichten ihre richtige Stellung in der geologischen Formationsreihe angewiesen, eine Schichtengruppe, welche Richter[1] aus tektonisch-stratigraphischen Gründen dem Unterdevon zurechnen zu müssen glaubte, während ihr Liebe und Geinitz[2] nach ihren z. T. auch heute noch nur unsicher deutbaren organischen Resten sogar ein „takonisches“ Alter zugeschrieben hatten.

---

[1] Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1869. p. 375.

[2] Geinitz und Liebe, Über ein Äquivalent der takonischen Schiefer Nordamerikas in Deutschland und dessen geologische Stellung. Nov. act. acad. c. Leop. Carol. germ. natur. curios. 1866.

Ungefähr gleichzeitig mit Gümbel's Werk, nämlich in den Jahren 1879—1881, gelangten die Blätter Gera, Neustadt, Pörmitz, Triptis und Zeulenroda der geologischen Spezialkarte von Preußen und den thüringischen Staaten nebst Erläuterungen zur Publikation, in denen K. Th. Liebe, der sich die geologische Erforschung des Ostteiles von Ostthüringen erfolgreich zur Lebensaufgabe gesetzt hatte, zum ersten Male die Resultate seiner langen und mühevollen Arbeiten in diesem Gebiete der Öffentlichkeit übergab und worin er auch seine oben mitgeteilte falsche Ansicht vom Alter der Wurzbacher und Lehestener Dachschiefer durch die jetzt noch gültige ersetzte.

Wenig später, im Jahre 1884, erschien seine für die Auffassung und Kenntnis des ostthüringischen Schiefergebirges bis heute maßgebend gebliebene Schrift: „Übersicht über den Schichtenaufbau Ostthüringens“ [1], in der er seine bis zu dieser Zeit bei der geologischen Kartierung von fast 15 Meßtischblättern gewonnenen Resultate niedergelegt hatte. Nach ihm gliedert sich der ostthüringisch-fränkische Culm (l. c. p. 24 ff.) in zwei Stufen, eine untere und eine obere.

Der Untere Culm besteht nach ihm aus einem Komplex schwarzgrauer, matter, meist transversal geschieferter Tonschiefer, in denen dünne, wenige Zentimeter mächtige Bänkchen und Lagen von Grauwackensandsteinen mehr oder weniger reichlich eingelagert sind. Wo die Grauwackensandsteine auf größere vertikale Erstreckung auf dünne Lagen reduziert sind, so daß der Tonschiefer bedeutend vorwiegt, wie z. B. in der Umgebung von Lehesten, ist der letztere als abbauwürdiger Dachschiefer entwickelt. Seltener sind im Unteren Culm Konglomerate, die nur lokal auftreten und auch dann nur eine unbedeutende Rolle spielen. Sie bestehen aus Rollstücken von vorwiegend Quarzit, Tonschiefer, Kieselschiefer, Adinolen und kohligen Alaunschiefern, daneben auch aus gerundeten Fragmenten von Orthoklas und Plagioklas, die durch einen feinsandigen Schieferschlich verbunden sind. Diese bunten Konglomerate nehmen keinen bestimmten Horizont im Unteren Culm ein; andere Kon-

[1] Abhandlungen zur geologischen Spezialkarte von Preußen und den thüringischen Staaten. 5. Heft 4. Berlin 1884.

glomerate hingegen, welche lokal als liegendste Schichten des Unteren Culms auftreten, bestehen hauptsächlich aus Geröllen von Graniten und haben von Liebe den Namen Granitgrauwacken erhalten.

An verschiedenen Lokalitäten, z. B. bei Zeulenroda, werden die liegendsten Schichten des Unteren Culms von einem höchstens 2 m mächtigen Komplex eines schwärzlichen Kalkes gebildet, der sich durch seine Oolithstruktur und durch seinen Reichtum an Foraminiferen auszeichnet, welch letztere meist die Kerne der Oolithkugeln bilden. Diese Kalksteine sind die Ausläufer des fichtelgebirgischen Kohlenkalks.

An noch anderen Stellen, z. B. in der weiteren Umgebung von Elsterberg, sind dem Tonschiefer im tieferen Niveau des Unteren Culms Kalkgrauwacken eingeschaltet, die aus einem Gemenge von schlecht gerundeten bis walnußgroßen Brocken älterer Schiefer und Quarzite, sehr selten von Diabasen und Hornblendegesteinen bestehen, die durch reichlichen Calcit und feineren Grauwackenschlich nebst Anthrazitpulver verkittet sind.

Gleichfalls nur lokal begegnet man im Tonschiefer, wenige Meter oberhalb der beschriebenen liegenden Kalkbänke, einem Horizont, der durch die Führung schwarzer kugeliger Geoden und linsenförmiger Fladen ausgezeichnet ist, welche aus einer dem Kieselschiefer ganz ähnlichen Masse bestehen und ursprünglich wohl immer Anhäufungen von Eisenkies enthalten haben. Dieselben sind bedeutsam durch ihre Führung vielloboger Goniatiten, und zwar namentlich von *Goniatites crenistria* und *G. mixolobus*.

Im Oberen Culm überwiegen Konglomerate und Grauwacken, die in ihrer Zusammensetzung den im Unteren Culm herrschenden normalen Grauwacken in hohem Maße gleichen. Ebenso sind die Schiefer denen der unteren Abteilung ganz ähnlich, nur fehlt ihnen jede Ausbildung als Dachschiefer vollständig.

Schon vor der Veröffentlichung von Liebe's zitierter Abhandlung: „Über den Schichtenaufbau Ostthüringens", wurde er auf das kräftigste und erfolgreichste durch die Mitarbeiterschaft seines Schülers und damaligen Assistenten E. Zimmermann unterstützt, der sich auch später noch speziell und mit

größtem Erfolge der geologischen Erforschung Ostthüringens widmete. Gemeinschaftlich mit Liebe bearbeitete und veröffentlichte er die Ergebnisse seiner Untersuchungen auf den Blättern Greiz, Naitschau, Saalfeld, Probstzella, Waltersdorf (Langenbernsdorf), Weida und Ziegenrück der geologischen Spezialkarte von Preußen und den thüringischen Staaten nebst zugehörigen Erläuterungen, durch welche unsere Kenntnis des Thüringer Culms wesentlich vertieft wurde. Wenn es den vereinten Kräften beider Forscher auch nicht gelang, eine speziellere Gliederung jener mächtigen Schichtenreihe durchzuführen, wie sie auch heute noch nicht zu ermöglichen ist, so vermochten sie doch besonders im Westen ihres Arbeitsgebietes als liegendste Stufe des Unteren Culms eine, wenn auch nur wenige Meter mächtige Schieferzone abzutrennen, für die Liebe den Namen Rußschiefer einführte, während Gümbel für solche Schiefer die Bezeichnung Schwarzschiefer benutzt hatte. Sie besteht aus, in frischem Zustande vollkommen schwarzen, in weicheren Partien stark rußigschwarz abfärbenden Tonschiefern, die indessen an länger bestehenden Aufschlüssen meist ihren kohligen Farbstoff durch Oxydation an der Luft verloren haben, so daß sie ausgebleicht sind und helle Farben angenommen, überdies zuweilen eine sekundäre Rötung erlitten haben. Sie führen lokal zahlreiche kugelförmige Konkretionen, die von Liebe als Geoden bezeichnet wurden, und sind eben jene Schichten, die Richter und Unger als „pflanzenführende Grauwacken" des Oberdevons paläontologisch beschrieben hatten.

Nach Liebe's Tod im Jahre 1894 übernahm E. Zimmermann allein die Vollendung der geologischen Durchforschung Ostthüringens und brachte sie im Jahre 1901 zum Abschluß, indem er die geologische Aufnahme der Blätter Gefell, Lehesten, Lobenstein, Schleiz und Hirschberg der Spezialkarte beendete. Leider sind gerade diese, für die Geologie Ostthüringens äußerst wichtige Züge bietenden Blätter noch nicht zur Publikation gelangt, so daß wir bezüglich dieser vorläufig auf einige in der Literatur verstreute Aufsätze E. Zimmermann's[1] angewiesen

[1] E. Zimmermann, Schichtenfolge und Gebirgsbau auf dem Blatte Lehesten. Jahrb. k. preuß. geol. Landesanst. u. Bergakad. 1898. p. LX ff. — Zur Kenntnis und Erkenntnis der metamorphischen Gebiete von Blatt

sind. Bei der ungewöhnlich komplizierten Tektonik dieser Gebiete ist auch das Verständnis der in ihnen vertretenen Culmformation äußerst erschwert, und es ist das bleibende Verdienst dieses gewissenhaften Forschers, jene Schwierigkeiten zum größten Teile überwunden zu haben. Im Gebiete des Blattes Lehesten, wo durch großartige Schieferbrüche tiefe und ausgedehnte Aufschlüsse geschaffen sind, gelangte E. Zimmermann[1] zu folgender Gliederung der Culmformation:

„Im Anschluß an das oberste Oberdevon zieht sich konkordant mit diesem jene Reihe von Tonschieferschichten mit wohl einzelnen oder selbst häufigen Sandsteinlagen, aber ohne eigentliche Grauwackenlagen hin, welche der Träger fast aller culmischen Dachschieferbrüche bei Lehesten ist.“ Das unterste Glied dieses Komplexes bildet die einige Meter mächtige Zone der Rußschiefer, welche die nuß- bis apfelgroßen, kugelrunden bis ellipsoidischen „Geoden“ Liebe's enthalten. Während Graf v. Solms-Laubach für die Geoden desselben Horizontes bei Saalfeld eine Zusammensetzung aus vorwiegend Kalkphosphat nachgewiesen hat, bestehen die Lehestener vorwiegend aus schwarzer, kieselschieferartiger Substanz mit 20—24 % SiO_2 mit nur etwa 12 % Kalkphosphat. Die dunklen Schiefer dieses Horizontes liefern z. T. sehr dünne, aber nicht die besten und haltbarsten Dachschiefer. Sie gehen nach oben durch „halbdunkle“ Tonschiefer in den „blauen Stein“, die gesuchteste Ware der Lehestener Brüche, über. In ihnen finden sich mächtige Schwefelkieskonkretionen von 1 dm bis 2 m Durchmesser, von den Arbeitern „Säue“ oder „Kieskälber“ genannt. Noch höher folgen die Bordenschiefer, bei denen die einzelnen Schichten gewisse, sich oft auch in der Farbe ausdrückende Unterschiede besitzen, die unter dem Einfluß der Transversalschieferung eben die für diesen Schichtenkomplex charakteristische „Bordenbildung“ bewirkt haben. Diese Schiefer werden, wie E. Zimmermann nur vermutungsweise ermitteln konnte, überlagert von jenen mächtigen Quarzitbänken, die den Lehestener Kulmberg und die Wetzsteinhöhe aufbauen,

---

Hirschberg und Gefell. Ebenda. 1902. p. 372—407. — Zur Geologie und besonders zur Tektonik des vogtländisch-ostthüringischen Schiefergebirges. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1902. p. 336—410.

[1] E. Zimmermann, Schichtenfolge und Gebirgsbau etc. l. c. p. LXIX ff.

deren geologische Stellung indes noch nicht vollkommen zweifellos ist. In den höchsten Horizonten des Unteren Culms beginnen dann die Grauwackenbänke im Schiefer häufiger zu werden, mit deren Vorwiegen die liegende Grenze des Oberen Culms erreicht ist, die allerdings, wie bei einem solchen Kriterium nicht anders erwartet werden kann, keine scharfe ist.

Aus dem im allgemeinen sich nur aus Tonschiefer- und Grauwackenlagen aufbauenden Oberen Culm vermochte E. Zimmermann nur jenes auffällige, 18—20 m mächtige Konglomerat auszuscheiden, das schon früher von Kalkowsky[1] als Geröll-tonschiefer beschrieben worden war.

Die Grenzregion des ostthüringischen Schiefergebirges nach dem Vogtlande zu fand nach Gümbel's und Liebe's Vorarbeiten eine eingehende Bearbeitung durch E. Weise, der die Sektionen Plauen-Ölsnitz, Plauen-Pausa, Bobenneukirchen-Gattendorf der geologischen Spezialkarte des Königreichs Sachsen nebst Erläuterungen bearbeitete. Seine Ergebnisse über die Gliederung des Culms dieser Gegenden decken sich zum größten Teil mit der von Liebe in seiner Schrift: „Über den Schichtenaufbau Ostthüringens" gegebenen Darstellung. Der Culm der Sektion Plauen-Ölsnitz z. B. setzt sich nach ihm[2] wie folgt zusammen:

Oberer Culm.

Bunte Sandsteine mit untergeordnetem Tonschiefer.

Unterer Culm.

Graue Tonschiefer mit untergeordneten Sandsteinbänken, lokal gerötet.
Konglomerate, meist lyditführend und wechsellagernd mit dunklen Tonschiefern (diese mit *Lepidodendron Veltheimianum*).
Oolithische Kalke.
Schwarze Tonschiefer, Geoden einschließend.

Ganz ähnliche Verhältnisse herrschen in den nördlich und südlich anstoßenden Landstrichen. Im Bereiche der Sektion Bobenneukirchen-Gattendorf gelangt schon im hohen Maße die kalkreiche Fichtelgebirgsfazies des Unteren Culms zur Ausbildung, indem sich Kohlenkalk in Form mächtiger Einlagerungen in den liegendsten Culmtonschiefern einstellt.

[1] Kalkowsky, Gerölltonschiefer glazialen Ursprungs im Culm des Frankenwaldes. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1893. p. 69—86.

[2] Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte des Königreichs Sachsen. Sekt. Plauen-Ölsnitz. 2. Aufl. 1897. p. 15.

Im Bereiche der nördlichen Nachbarsektion Plauen-Pausa hingegen gehört der Untere Culm ausschließlich noch der tonschieferreichen Frankenwaldfazies an und führt in seinen liegendsten Schichten öfters die Granitgrauwacken Liebe's.

In neuester Zeit hat sich F. Leyh in seiner Arbeit „Beiträge zur Kenntnis des Paläozoikums der Umgegend von Hof a. d. Saale“ [1] in Anlehnung an Gümbel's „Geognostische Beschreibung des Fichtelgebirges“ mit dem Culm des letzteren beschäftigt. Auf Grund eingehender paläontologischer Studien an dem reichen Fossilienmaterial, darunter zahlreiche Trilobiten, Crinoiden, Korallen und Goniatiten, das ihm ein Steinbruch im oberdevonischen Kalk und Unteren Culm, westlich von Hof, der Geigenbruch, lieferte, gelang es ihm, eine, freilich z. T. auf dem dort zur Herrschaft gelangenden schroffen Fazieswechsel beruhende, scharfe paläontologische Abgrenzung des Untersten Culms vom Obersten Devon durchzuführen.

Mit den organischen Resten des thüringisch-fränkischen Culms haben sich zuerst Richter und Unger [2], später vor allem Graf zu Solms-Laubach [3], E. Weiss [4], K. v. Fritsch [5] ausführlich beschäftigt. Die Arbeiten dieser Forscher werden in den folgenden Abschnitten dieser Arbeit vielerorts heranzuziehen sein.

Fassen wir schließlich die Resultate aller dieser Forschungen zusammen, so ergibt sich folgendes Bild des ostthüringisch-vogtländischen Culms.

Eine spezielle Gliederung desselben nach scharfen paläontologischen oder petrographischen Kriterien ist nicht durchführbar. Vielmehr lassen sich nur zwei mit fließender Grenze ineinander übergehende Abteilungen voneinander trennen, der Untere und der Obere Culm. Im allgemeinen unterscheiden sich diese dadurch, daß im Unteren Culm Tonschiefer, im

[1] Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1897. p. 504—560.

[2] R. Richter und F. Unger, Beitrag zur Paläontologie etc. l. c.

[3] Graf zu Solms-Laubach, Über die seinerzeit von Unger beschriebenen strukturbietenden Pflanzenreste von Saalfeld in Thüringen. Abh. d. k. preuß. geol. Landesanst. N. F. Heft 23. Berlin 1896.

[4] E. Weiss, Beitrag zur Culmflora von Thüringen. Jahrb. d. k. preuß. geol. Landesanst. u. Bergak. 1883. p. 81—100.

[5] K. v. Fritsch, Pflanzenreste aus Thüringer Culmdachschiefer. Zeitschrift f. Naturw. 70. p. 79—102. Leipzig 1897.

Oberen Grauwacken vorwiegen, ohne daß sich jedoch beide gegenseitig ausschließen. Erschwert wird der Überblick über die Gliederung des Culms innerhalb seines gesamten fichtelgebirgisch-thüringischen Verbreitungsgebietes dadurch, daß derselbe keineswegs gleichförmig zur Ausbildung gelangt ist, vielmehr dreierlei Hauptfazies aufweist, die aber ineinander übergehen und deshalb ebenfalls keine scharfe Abgrenzung gegeneinander gestatten. In der Tabelle auf p. 61 ist versucht worden, eine Parallelisierung der einzelnen Glieder dieser drei Faziesbildungen, der Fichtelgebirgs-, östlichen Frankenwalds- und der Thüringer Fazies zu geben

Von sämtlichen oben genannten Forschern wird ein Horizont im Untersten Culm besonders hervorgehoben, der sich durch seine Führung von eigentümlichen Konkretionen, den „Geoden" Liebe's, auszeichnet. In den folgenden Darlegungen sollen die Schiefer dieses Horizontes und vor allem die sich in ihnen findenden Konkretionen einer genaueren Beschreibung unterworfen werden. Obwohl sämtlichen der oben angeführten Geologen die Führung dieser merkwürdigen Konkretionen aufgefallen ist und von ihnen konstatiert wird, so blieb doch deren substantielle Beschaffenheit lange Zeit hindurch unerörtert.

Nicht früher als im Jahre 1896, und zwar bei Gelegenheit der Revision der Unger'schen Bestimmungen der fossilen Pflanzenreste aus dem Rußschiefer des Mühltales bei Obernitz (siehe weiter unten p. 79) durch Graf zu Solms-Laubach, wurden auf dessen Veranlassung hin durch Prof. Rose das Versteinerungsmittel der Fossilien und die Substanz der sie oft umhüllenden Knollen einer genaueren chemischen Prüfung unterworfen. Rose fand[1], daß die Substanz der Konkretionen aus dem Mühltale identisch ist mit dem Versteinerungsmittel der in ersteren auftretenden fossilen Reste und daß beide im wesentlichen aus Tricalciumphosphat bestehen.

Im Jahre 1898 berichtet E. Zimmermann im Jahrb. d. k. preuß. geol. Landesanst. u. Bergakad. p. LXX, daß die Knollen der Rußschieferzone der Lehestener Dachschiefer aus einer schwarzen, kieselschieferartigen Masse (mit 20—24 % SiO_2 und nur etwa 12 % Kalkphosphat) bestehen.

[1] Graf zu Solms-Laubach, l. c. p. 7.

Die verschiedenen Fazies des fichtelgebirgisch-thüringischen Culms.

	Fichtelgebirgische Fazies. Nördliches Vorland des Zentralstockes des Fichtelgebirges. Gegend von Hof a. Saale.	Östliche Frankenwaldfazies. Gegend von Zeulenroda, Elsterberg; der nördliche Teil des Vogtlandes.	Thüringische Fazies. Gegend von Lehesten und Saalfeld.
Oberer Culm	Bunte Sandsteine, Grauwacken und Konglomerate m. untergeordneten Tonschiefern; schlecht erhaltene Pflanzenreste, z. B. *Archaeocalamites radiatus* Brongn.	Grauwacken und Konglomerate mit untergeordneten Tonschiefern. Reste von *Archaeocalamites radiatus* Brongn. und *Sagenaria remota.*	Grauwacken mit untergeordneten Tonschiefern. Pflanzenreste, vor allem Calamiten häufiger.
Unterer Culm	Normaler, dunkelgrauer Tonschiefer mit Konglomerat- und Grauwackenbänken in den höheren Horizonten. Diese *Archaeocalamites radiatus* führend.	Grauwackenbänke stellen sich häufiger ein und vermitteln den Übergang zum Oberen Culm.	In den höheren Horizonten treten im Tonschiefer Grauwackenbänke häufiger auf und vermitteln somit den Übergang zum Oberen Culm.
	Wirre, schwarze Tonschiefer mit Lyditlagen und Phosphoritkonkretionen in den tieferen Horizonten, lokal (Geigen bei Hof) reich an Trilobiten, Korallen, Crinoiden und Goniatiten.	Tonschiefer, lokal mit Kalkgrauwacken.	Tonschiefer, vielerorts als Dachschiefer ausgebildet; mit *Phyllodocites, Dictyodora,* sehr selten mit *Goniatites* und *Orthoceras,* außerdem mit *Calamites, Chondrites* etc.
	In diesen Schiefern mächtige Einlagerungen von schwarzem Kohlenkalk, reich an marinen Resten: Foraminiferen; *Actinocrinus, Melocrinus; Productus,* z. B. *giganteus* Mart., *sublaevis* de Kon., *Cora* d'Orb.; *Spirifer,* z. B. *bisulcatus* Sow.; *Orthis* etc.	Tonschiefer, in den tiefsten Horizonten Kieselphosphoritkonkretionen führend; die letzteren nicht selten mit Goniatiten, z. B. *Goniatites mixolobus* und *G. crenistria.* Lokal eine oder mehrere gering mächtige Bänke von schwarzem Kohlenkalk, reich an Foraminiferen. Die Kohlenkalkbänke oft vertreten durch Granitkonglomerate.	Rußschiefer, reich an Phosphoritkonkretionen, sowie an Pflanzenresten, z. B. *Aporoxylon primigenium, Rhachiopteris (Clepsydropsis) antiqua* etc., Crinoidenstiele am Bärenstein bei Lehesten.

Noch später, im Jahre 1901, untersuchte L. Kruft auf H. Credner's Veranlassung eine Knolle aus dem dunklen Tonschiefer des Unteren Culms des Vogtlandes, die sich wesentlich aus Phosphorit zusammengesetzt zeigte[1].

Die Resultate dieser drei Untersuchungen lokaler Vorkommnisse eröffneten die Möglichkeit, daß die Konkretionen des Untersten Culms ganz allgemein, also in dessen ganzer Verbreitung, wesentlich aus Phosphaten gebildet werden könnten. Der Behandlung und Beantwortung dieser Fragen sind die folgenden Abschnitte gewidmet.

II. Spezielle Beschreibung der Phosphoritkonkretionen.

1. Gestalt und Größe.

Die Gestalt und Größe der Phosphoritkonkretionen ist eine sehr verschiedene und wechselt selbst an einzelnen Aufschlüssen außerordentlich. Als Grundgestalten können die folgenden gelten: die kuglige, die ellipsoidische und die linsenförmige, zwischen denen sich jedoch die mannigfachsten Übergänge einstellen, während unförmliche, zackige und traubige Formen fehlen. Vollkommen kuglige Konkretionen sind im allgemeinen selten, und wenn sie an einer Lokalität häufiger vorkommen, meist sehr klein, so z. B. im Aufschluß des Mühltales bei Obernitz, wo sie vorwaltend nur die Größe einer Flintenkugel, mit selten mehr als 1,5 cm Durchmesser, besitzen. Im Gegensatz zu der sonst überall herrschenden Vielgestaltigkeit der Konkretionen, weisen letztere in einem Aufschluß bei Lehesten, der im Abschnitt III dieser Arbeit zu beschreiben sein wird, durchweg rein kuglige Formen auf.

Dehnt sich eine Achse der Kugel in die Länge, so kommen ellipsoidische Formen zustande, die weitaus zahlreicher vertreten sind und größere Dimensionen (bis 10 cm größten Durchmesser) erlangen können, als die kugligen. Zwischen beiden Formen stehen die birnförmigen und die an beiden Enden aufgeblähten Doppelkeulen.

Weitaus am häufigsten aber sind flach linsen- oder fladenförmige Formen, die für manche Fundpunkte geradezu typisch

[1] L. Kruft, Die Phosphoritführung des vogtländischen Obersilurs und die Verbreitung des Phosphorits im Altpaläozoikum Europas. Dies. Jahrb. Beil.-Bd. XV. 1901. p. 41 Anm.

sind. Sie erreichen einen Durchmesser von 20 cm bei einer Dicke von 4 cm, bilden schwielenförmige Einlagerungen im Schiefer und liegen in meist unregelmäßig zerborstenen Stücken auf den Feldern zerstreut, deren Untergrund von dem Konkretionen führenden Horizont eingenommen wird. Sind sie im anstehenden Gestein von einer Schieferwand senkrecht auf ihre größte Ausdehnung durchschnitten, so erinnern ihre linsenförmigen Querschnitte an manche Grauwackenschmitzchen, die sich aber erst in den höheren Horizonten des Culmschiefers einstellen.

Löst man eine solche Schwiele aus dem umgebenden Schiefermittel heraus, was aber nur nach ziemlich weit fortgeschrittener Verwitterung des letzteren gelingt, da die Verbindung zwischen beiden im durchaus frischen Zustand eine äußerst innige ist, so gewahrt man im Zentrum der kreisrunden bis elliptischen Schwiele meist eine buckelförmige Anschwellung, von der der Schiefer leicht abblättert.

Die Oberfläche der Konkretionen ist, wenn sämtliche anhaftende Schiefermasse abgewittert ist, durchaus glatt und von einem dünnen anthrazitischen Überzug glänzend schwarz gefärbt. Sind dieselben indessen längere Zeit den Atmosphärilien ausgesetzt gewesen, so werden sie von einer dünnen Verwitterungsrinde von grauer Färbung umzogen, die sich zementähnlich anfühlt. Bei großem Reichtum an feinst verteiltem Schwefelkies treten auf der Oberfläche der Konkretionen häufig auch weiße Ausblühungen von wesentlich Aluminiumsulfat auf, die auch für den Rußschiefer, das Nebengestein der Phosphoritknollen, charakteristisch sind.

Bei der Mehrzahl der rundlichen Konkretionen macht sich ein eigentümliches Relief der Oberfläche dadurch wahrnehmbar, daß sich ein oder gewöhnlich zwei flache Ringe in einer äquatorialen Zone rund um die Knolle herumziehen. Die gleiche Erscheinung stellt sich, wenn auch viel seltener, bei ellipsoidischen und eiförmig aufgeblähten Formen ein. Je flacher aber die Konkretionen werden, desto undeutlicher wird auch diese oberflächliche Verzierung, um schließlich bei den ganz flachen Formen völlig zu verschwinden.

Gleichfalls nicht selten beobachtet man an zwei gegenüberliegenden, der Schieferungsrichtung des Nebengesteines

entsprechenden Polen der Konkretion kleine Hauben von an kohlensaurem Kalk reichen Schiefermaterial, welches den Winkel zwischen den sich an die Konkretion anschmiegenden Schieferlagen ausfüllen, und äußerst fest mit ihr verbunden sind.

2. Petrographische Beschaffenheit der Phosphoritknollen.

Die frische Substanz der Phosphoritknollen ist außerordentlich fest und spröde und infolge ihres Kieselsäuregehaltes so hart, daß sie Glas ritzt. Sie erscheint dem unbewaffneten Auge durchaus dicht und homogen und besitzt eine rein schwarze Farbe, die aber oft nach den Rändern zu in Grau ausgebleicht ist. Auf Verwitterungserscheinungen beruht es auch, daß man häufig auf angeschliffenen Querschnitten einen zonaren Aufbau wahrnimmt, der durch äußerst geringfügige Farbenunterschiede angedeutet ist. Liegen die Knollen ausgewittert auf Feldern oder im zerrütteten Ausgehenden ihres Nebengesteins, so zeigen sie eine hellgraue bis hellrötliche Verwitterungsrinde, wie dies insbesonders bei den Konkretionen des Mühltales von Obernitz ganz allgemein der Fall ist. Dagegen ist bei den aus frischem Rußschiefer der Dachschieferfazies herausgelösten Konkretionen ein dünner Überzug von glänzender anthrazitischer Masse vorhanden.

Mit bloßem Auge erkennt man in der Grundmasse der Konkretionen eingesprengte Würfelchen von Eisenkies, der sich nicht selten auf die zentralen Partien der Knollen beschränkt, während die Randzone frei von ihm ist. Ja, zuweilen bildet eine Gruppe dieser Kristalle den Kern der Konkretionen. Haben letztere eine intensive Einwirkung der Atmosphärilien erfahren, so sind die Eisenkieskristalle durch Pseudomorphosen von Brauneisenstein ersetzt.

Außerdem bemerkt man in der dichten schwarzen phosphoritischen Grundmasse bei sehr genauer Betrachtung kleine weiße Pünktchen, die von hervortretenden Kieselskeletten der eingeschlossenen Radiolarien herrühren.

Bei manchen Knollen, so z. B. denen von Raschau, zeigt sich die schwarze Substanz der Konkretionen von zarten weißen Quarzadern durchtrümert und erinnert dann in ihrem äußeren Habitus lebhaft an die silurischen Kieselschiefer.

Die mikroskopische Prüfung der Konkretionen ergibt ein, je nach ihrem Fundorte und ihrer substantiellen Beschaffenheit, sehr verschiedenartiges Strukturbild. Im allgemeinen lassen sich 2 Typen unterscheiden, die allerdings durch Übergänge miteinander verknüpft und von dem Kieselsäuregehalt der Konkretion abhängig sind. Bei geringem höchstens 25% betragendem Gehalt an Kieselsäure zeigt die phosphoritische Substanz der Konkretionen im Dünnschliff eine Mikrostruktur, die man im großen mit dem Gewebe eines Schwammkörpers vergleichen könnte, indem sie sich in ein dichtes Gewirr von girlandenartigen und schlank oder plump zapfenförmigen Strähnen auflöst, die ihrerseits wieder mit kürzeren oder längeren warzen-, nieren- oder keulenförmigen Protuberanzen besetzt sind. Bald bilden diese Stränge ein dichtes verfilztes Gewebe, bald lassen sie unregelmäßig begrenzte Hohlräume zwischen sich offen, in welche sie mit ihren abgerundeten Enden hineinragen, die aber später zum größten Teile mit Kieselsäure ausgefüllt worden sind. Die girlandenartigen Strähne besitzen einen rundlichen Querschnitt und lassen in ihrem Innern eine durch hellere Pigmentierung gekennzeichnete Achse erkennen. Ihre äußere, durch feinst verteilte kohlige Substanz dunkelschwarzbraun gefärbte Umrandung läßt an manchen Stellen die typische radiärstrahlige Struktur des Phosphorits erkennen, während die inneren helleren Partien strukturlos erscheinen. Denselben Mangel an krystalliner Struktur zeigen aber öfters auch größere Flächen des Dünnschliffes, deren äußerst gleichförmige, hellgelblichbraune Phosphoritmasse nur hier und da durch dunklere, an kohliger Substanz reichere Flecken unterbrochen wird.

Auf der anderen Seite bieten die Konkretionen, die, wie sich später herausstellen wird, durch einen hohen Gehalt an Kieselsäure und einen sehr geringen Gehalt an Phosphorsäure sich auszeichnen, im Dünnschliff ein durchaus abweichendes Bild. Äußerst kleine, 0,001—0,002 mm im Durchmesser haltende Quarzkörnchen, die dichtgedrängt beisammenliegen, sind teilweise durch schmale Bänder von Phosphoritmasse zementiert, welche sich durch ihre licht gelblichgrüne Färbung von den durchsichtigen Quarzkörnchen scharf abheben. Die kohlige Substanz hat sich auf zahlreiche, unregelmäßig verteilte Putzen

konzentriert, die, ebenso wie rötlich durchscheinende Partien von Eisenoxydhydrat, das einförmige Bild des Dünnschliffes unterbrechen. Diese Art der Konkretionen, die sich vor allem bei Zadelsdorf und Döhlen (s. später) finden, dürfte durch die Bezeichnung „Kieselphosphoritkonkretionen" charakterisiert werden.

Ähnliche Konkretionen, wie die geschilderten culmischen, sind uns aus zwei anderen, geologisch weit getrennten, Formationen bekannt geworden, zeigen aber mit den erstgenannten in ihrer mikroskopischen Beschaffenheit gewisse Analogien. So herrscht in der mikroskopischen Zusammensetzung der von L. Kruft aus dem vogtländischen Obersilur[1] beschriebenen Phosphoritknollen die größte Übereinstimmung mit den typischen culmischen Phosphoriten. Dahingegen ähneln die Kieselphosphoritkonkretionen von Zadelsdorf in ihrem mikroskopischen Aufbau in vieler Beziehung den von H. Credner aus dem Leipziger Mitteloligocän[2] beschriebenen Phosphoritknollen, die sich aus durch Phosphoritmasse zementiertem oligocänen Sand aufbauen. Während aber dieser aus verhältnismäßig groben Quarzkörnern besteht, die durch reichliche Phosphatsubstanz verkittet werden, setzen sich die culmischen Konkretionen des nördlichen Frankenwalds nur aus winzigen Quarzkörnchen zusammen, denen gegenüber der Phosphatgehalt derart zurücktritt, daß dieser auf wenige Prozent der Gesamtmasse reduziert ist.

3. Die Verbandsverhältnisse der Phosphoritkonkretionen mit ihrem Nebengestein.

Der Verband der Phosphoritknollen mit dem benachbarten Schiefer ist, wie schon oben erwähnt, bei ganz frischem Material, ein äußerst inniger. Es dürfte in einem solchen Falle kaum gelingen, die Knolle unverletzt mit vollen Konturen aus ihrem Nebengestein herauszulösen. Legt man einen Querschliff durch eine solche noch vom Schiefer umhüllte Phos-

[1] L. Kruft, l. c. p. 6.

[2] Herm. Credner, Die Phosphoritknollen des Leipziger Mitteloligocäns und die norddeutschen Phosphoritzonen. Abh. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. 37. II. Leipzig 1895.

phoritknolle, so bietet sich folgendes Bild: Um die Knolle, die mit rundlichem oder ellipsoidischem Querschnitt scharf gegen die umgebende Schiefermasse abschneidet, legen sich die dünnen Schieferlamellen herum, indem sie sich eng an die Oberfläche der Knolle anschmiegen. Es ist dies dieselbe Erscheinung, wie sie L. Kruft von den obersilurischen Phosphoritknollen des Vogtlandes beschreibt und in Fig. 2 p. 28 seiner Arbeit abbildet. Ebenso wie bei diesen divergieren die die Knollen umspannenden Lamellen in einem mehr oder weniger spitzen Winkel, während die innerhalb dieses letzteren befindlichen Schieferlagen senkrecht oder steil an der Knollenoberfläche abstoßen oder in unmittelbarer Berührung mit dieser schweifartig nach oben und unten abgelenkt werden. Bei einzelnen der Konkretionen, besonders bei denen des Mühltales bei Obernitz, wird indessen die innerhalb der divergierenden Lamellen gelegene Schiefermasse zum größten Teil ersetzt durch eine Ansammlung von kohlensaurem Kalk, der äußerst fest der Konkretion anhaftet. Dieses eigenartige Verbandsverhältnis ist eine Folge des gebirgsbildenden Druckes und wird am Schlusse des genetischen Teiles dieser Arbeit, bei Gelegenheit der Besprechung noch anderer Druckerscheinungen, nochmals erörtet werden.

4. Die chemische Beschaffenheit der Konkretionen und die Phosphoritführung ihres Nebengesteins.

Für die Zwecke der chemischen Analyse wurde möglichst frische unverwitterte Substanz verwendet, die keine makroskopisch erkennbaren akzessorischen Mineralien, z. B. Pyritkristalle, eingesprengt enthielt.

Qualitative Analyse.

Die Konkretionen von sämtlichen Fundorten wurden zunächst einer genauen qualitativen Analyse unterworfen. Es ergaben sich hierbei im wesentlichen übereinstimmende Resultate, doch ließ bereits diese qualitative Untersuchung beträchtliche Differenzen in den Mengen der die Konkretionen aufbauenden Stoffe erkennen. An der Zusammensetzung derselben beteiligen sich hauptsächlich:

Kieselsäure, Phosphorsäure, Kohlensäure, Calcium, Eisen, Aluminium, Magnesium, kohlige Substanzen und Wasser. In Spuren finden sich stets Schwefel, vom Pyrit herrührend, öfters auch Chlor und Fluor, in einem Falle auch Jod.

Quantitative Analyse.

Die quantitative Untersuchung der Substanz wurde stets in 2 Parallelanalysen durchgeführt. Bei der Untersuchung der Phosphoritkonkretionen des Mühltales bei Obernitz wurde die eine der beiden Analysen nach der von L. Krüft angegebenen Methode ausgeführt, bei den übrigen Analysen aber wurde der folgende Weg eingeschlagen.

Ungefähr 1 g feinst gepulverter Substanz wurde mit jedesmal 100 ccm mäßig konzentrierter Salzsäure dreimal auf dem Wasserbade zur Trockne abgedampft, dann der staubtrockene Rückstand mit konzentrierter Salzsäure befeuchtet, mit heißem Wasser behandelt und durch ein bei etwa 110° C. getrocknetes und dann tariertes Filter filtriert. Der mit verdünnter heißer Salzsäure ausgewaschene Rückstand des Filters bestand aus Kieselsäure und kohliger Substanz, wozu sich noch öfters Spuren von Aluminium- und Eisenoxyd gesellten. Die so erhaltene Masse samt Filter wurde bei 110° C. getrocknet und gewogen, darauf im Tiegel das Filter und die Kohle verbrannt und die Quantität der zurückgebliebenen Kieselsäure durch Wägung bestimmt. Durch Abrauchen der Kieselsäure mit Fluorwasserstoffsäure und verdünnter Schwefelsäure wurden dann noch die eventuell vorhandenen Spuren von Eisen- und Aluminiumoxyd bestimmt. Aus den erhaltenen Gewichtsdifferenzen ließ sich dann ohne weiteres das Gewicht der verbrannten kohligen Substanz bestimmen.

Im Filtrate selbst wurden dann Aluminium und Eisen mit Ammoniumacetat als Phosphate gefällt. Falls nicht genügend Phosphorsäure zur Bindung des gesamten Eisens und Aluminiums vorhanden war, so fiel ein Teil dieser Metalle als basische Acetate aus. Dieser Niederschlag wurde abfiltriert, getrocknet, geglüht und gewogen[1]. Seine Zusammensetzung war (schematisch)

$$Fe_2O_3 + Al_2O_3 + P_2O_5 = A.$$

[1] Treadwell, Kurzes Lehrbuch der analytischen Chemie. **2**. 1905. p. 85.

Derselbe wurde nun mit Natriumcarbonat und Kieselsäure geschmolzen, mit Wasser, dem etwas Ammoncarbonat zugefügt war, ausgelaugt und filtriert. Nachdem dieses Filtrat durch Abdampfen von überschüssiger Kieselsäure befreit war, wurde aus ihm die Phosphorsäure mit Magnesiamixtur als Magnesiumammonphosphat gefällt, welches durch Glühen in das Pyrophosphat übergeführt wurde, aus dessen Gewicht sich die an Eisen und Aluminium gebundene Phosphorsäure berechnen ließ.

Der im Filter gebliebene Rückstand von Eisen-, Aluminiumoxyd und Kieselsäure wurde mit Salzsäure bis zum Lösen des Eisenoxyds digeriert, dann mit Schwefelsäure abgedampft, mit Wasser digeriert, von der Kieselsäure abfiltriert und dann das Eisenoxyd mit Schwefelwasserstoff in der Siedehitze zu Eisenoxydulsalz reduziert, welches dann volumetrisch mit Kaliumpermanganat bestimmt ward. Aus der Differenz des Niederschlags A minus der Summe von Fe_2O_3 und P_2O_5 ergab sich dann das Gewicht von Al_2O_3.

Das von Eisen, Aluminium und einem Teil der Phosphorsäure befreite Filtrat enthielt nun noch, und zwar bei den Analysen No. I, IV und V den größeren Teil der Phosphorsäure nebst Calcium und Magnesium.

Zum Ausfällen der Phosphorsäure wurde eine bestimmte Menge von Ferrichlorid zur phosphorsäurehaltigen Lösung gefügt. (Man erhielt die Ferrichloridlösung durch Auflösen eines genau abgewogenen Stückes Blumendraht in Salzsäure und Oxydation des entstandenen Ferrochlorides mit Salpetersäure.) Fügte man noch Ammonacetat hinzu, verdünnte und erhitzte kurze Zeit bis zum Sieden, so fiel der gesamte Rest der Phosphorsäure als Ferriphosphat und das stets im Überschuß hinzugefügte Eisen als basisches Ferriacetat aus. Der geglühte und gewogene Niederschlag ergab nach Abzug des zugesetzten Eisenoxyds unmittelbar das Gewicht des Restes der Phosphorsäure.

Zur Trennung des noch in Lösung vorhandenen Calciums und Magnesiums wurde die heiße Lösung mit Ammoniak, Chlorammonium und mit siedender Ammonoxalatlösung in bedeutendem Überschuß versetzt, nach mehrstündigem Stehen vom ausgeschiedenen Calciumoxalat abfiltriert, das getrocknet

und geglüht als Calciumoxyd gewogen wurde. Eine doppelte Fällung war bei dem sehr geringen Gehalte an Magnesium nicht nötig.

Der Rest des Filtrates wurde durch Abdampfen und gelindes Glühen von den vorhandenen Ammonsalzen befreit, der Rückstand in möglichst wenig verdünnter Salzsäure gelöst, die Lösung mit Ammoniak neutralisiert und zuletzt das Magnesium mit Natriumammonphosphat und Ammoniak als Ammonium-Magnesiumphosphat ausgefällt, das nach dem Glühen als Magnesiumpyrophosphat gewogen wurde.

Zur Bestimmung der Kohlensäure und des Wassers wurde die Substanz im Verbrennungsrohr mit entwässertem Kaliumbichromat erhitzt und der entweichende Wasserdampf in einem U-förmigen Schwefelsäurerohr, die Kohlensäure im Natronkalkrohr aufgefangen und durch Wägung bestimmt. Für die Berechnung der entwickelten Kohlensäure war zu beachten, daß auch die vorhandene Kohle zu Kohlensäure oxydiert wurde.

Als bemerkenswerten Bestandteil der obersilurischen Phosphoritknollen führt L. Kruft geringe Spuren von Jod an. Es lag nahe, auch in den Phosphoritkonkretionen des Unteren Culms dieses Element zu vermuten. Zahlreiche Versuche nach der von L. Kruft (l. c. p. 15) angegebenen Methode ließen indessen nur in einem einzigen Falle ein spurenhaftes Vorhandensein von Jod erkennen. So konnte ausschließlich in den Konkretionen von Raschau im Vogtlande ein Jodgehalt von im Mittel 0,025 % bestimmt werden. Die dunklen Tonschiefer dieses Fundpunktes enthalten gleichfalls unbestimmbare Spuren von Jod. Auf dies merkwürdig beschränkte, ganz isolierte und lokale Auftreten dieses Elementes in den culmischen Phosphoriten werden wir in einem späteren Abschnitt, und zwar bei der Erörterung der Genesis dieser Konkretionen noch einmal zurückkommen.

Die nach den oben geschilderten Methoden ausgeführten Analysen ergaben folgende Resultate.

I. Phosphoritkonkretion vom Mühltal bei Obernitz.

Die Konkretionen dieses Fundortes zeichnen sich durch einen sehr bedeutenden Gehalt an Phosphorsäure aus, der

in solcher Höhe bei keiner anderen der untersuchten Konkretionen wieder angetroffen wurde. Als mittlere Zusammensetzung ergaben sich aus zwei Gängen (davon der eine nach der oben zitierten Methode von L. Kruft) folgende Werte:

SiO_2	20,17
C	0,78
H_2O	3,14
CaO	34,69
MgO	3,78
Fe_2O_3	1,19
Al_2O_3	1,09
CO_2	4,98
P_2O_5	30,99
Cl, S, Fl	Spuren
Sa.	100,81

Hieraus berechnet sich:

SiO_2	20,17
C	0,78
H_2O	3,14
$Ca_3(PO_4)_2$	51,68
$Mg_3(PO_4)_2$	8,21
$FePO_4$	2,25
$AlPO_4$	2,96
$CaCO_3$	11,67
Sa.	100,86

Der unlösliche Teil beträgt 20,95 % der Gesamtmasse und setzt sich prozentual zusammen aus:

SiO_2	96,28
C	3,72
Sa.	100,00

Der lösliche Teil beträgt 79,91 % der Gesamtmasse. Er setzt sich prozentual wie folgt zusammen:

H_2O	3,93
$Ca_3(PO_4)_2$	64,67
$Mg_3(PO_4)_2$	10,27
$FePO_4$	2,82
$AlPO_4$	3,70
$CaCO_3$	14,60
Sa.	99,99

II. Phosphoritkonkretion aus dem Örtelsbruch bei Lehesten.

Die chemische Zusammensetzung der Konkretionen aus der als Dachschiefer zweiter Güte verwendeten Rußschieferzone zeigt ein wesentlich anderes Bild. Vor allem fällt neben dem bei weitem geringeren Gehalt an Calciumphosphat gegenüber der vorigen Analyse der mehr als doppelt so große Anteil an Kieselsäure auf, der, wie wir später sehen werden, in dem massenhaften Auftreten von Radiolarien begründet ist. Ferner ist gegenüber dem analytischen Befund der Konkretionen von Obernitz bemerkenswert, daß hier nur ein Teil des Eisengehaltes an Phosphorsäure gebunden ist. Als mittlere Zusammensetzung wurde gefunden:

SiO_2	58,75
C	0,92
H_2O	3,78
CaO	7,63
MgO	4,29
Fe_2O_3	9,52
Al_2O_3	0,94
CO_2	4,62
P_2O_5	9,74
Cl, S, Fl	Spuren
Sa.	100,19

Hieraus berechnet sich:

SiO_2	58,75
C	0,92
H_2O	3,78
$Ca_3(PO_4)_2$	3,23
$Mg_3(PO_4)_2$	9,32
$FePO_4$	4,17
$AlPO_4$	2,25
$CaCO_3$	10,50
Fe_2O_3	7,31
Sa.	100,23

Der unlösliche Teil beträgt 59,67 % der Gesamtmasse; er setzt sich prozentual zusammen:

SiO_2	98,46
C	1,54
Sa.	100,00

Der lösliche Teil beträgt 40,56 % der Gesamtmasse; er setzt sich prozentual zusammen:

H_2O	9,32
$Ca_3(PO_4)_2$	7,96
$Mg_3(PO_4)_2$	22,98
$FePO_4$	10,28
$AlPO_4$	5,55
$CaCO_3$	25,89
Fe_2O_3	18,02
Sa.	100,00

III. Kieselphosphoritkonkretion von Zadelsdorf bei Zeulenroda.

Die analytische Untersuchung dieser Konkretionen ergab ein Resultat, welches durchaus verschieden von denjenigen fast aller übrigen Konkretionen dieses Horizontes ist. So wurde in ihnen ein Gehalt an Kieselsäure festgestellt, der nicht weniger als $\frac{3}{4}$ der Gesamtmasse ausmacht, und demgegenüber die Menge der Phosphorsäure fast verschwindet. Ein geringer Teil der Kieselsäure ist zwar an Aluminium und Magnesium gebunden, ihre größte Menge aber als freie Kieselsäure vorhanden. Dieses Resultat harmoniert durchaus mit dem auf p. 65 beschriebenen mikroskopischen Befunde dieser Kieselphosphoritkonkretionen.

Als Mittelwerte ihrer Zusammensetzung ergaben sich:

SiO_2	75,23
C	0,63
H_2O	2,81
CaO	1,51
MgO	1,53
Fe_2O_3	11,57
Al_2O_3	5,33
P_2O_5	1,16
S	Spuren
Sa.	99,77

Hieraus berechnet sich:

SiO_2	69,79
C	0,63
H_2O	2,81
$Ca_3(PO_4)_2$	2,78
$MgSiO_3$	3,82
Al_2SiO_5	8,48
Fe_2O_3	11,57
Sa.	99,88

Der unlösliche Teil beträgt demnach 70,42 % der Gesamtmasse. Er setzt sich prozentual zusammen:

SiO_2	99,10
C	0,90
Sa.	100,00

Der lösliche Teil beträgt 29,46 % der Gesamtmasse und setzt sich prozentual zusammen:

H_2O	9,54
$Ca_3(PO_4)_2$	9,44
$MgSiO_3$	13,00
Al_2SiO_5	28,79
Fe_2O_3	39,27
Sa.	100,04

IV. Phosphoritkonkretion von Raschau bei Ölsnitz im Vogtland.

Bemerkenswert bei dem Befunde dieser Analyse ist das beinahe vollständige Fehlen eines Magnesiumgehaltes, ebenso wie in der vorstehenden Analyse der Zadelsdorfer Konkretionen dasjenige irgendwelchen Carbonates. Letzteres dürfte eine Folge der Verwitterung sein, welche diese Knollen, die sämtlich auf Feldern gesammelt werden mußten, betroffen hat. Am auffallendsten aber ist das wenn auch nur spurenhafte Auftreten von Jod in den Raschauer Konkretionen. Als mittlere Zusammensetzung derselben ergaben zwei Analysen die folgenden Resultate:

SiO_2	28,07
C	1,26
H_2O	1,15
CaO	39,31
Al_2O_3	0,38
Fe_2O_3	1,52
P_2O_5	28,73
Mg, J, Fl, Cl	Spuren
Sa.	100,42

Hieraus berechnet sich:

SiO_2	21,76
C	1,26
H_2O	1,15
$Ca_3(PO_4)_2$	61,75
$CaSiO_3$	12,16
$AlPO_4$	0,82
Fe_2O_3	1,52
Sa.	100,42

Der unlösliche Teil beträgt demnach 23,02 % der Gesamtmasse und setzt sich prozentual zusammen aus:

SiO_2	94,53
C	5,47
Sa.	100,00

Der lösliche Teil beträgt 77,40 % der Gesamtmasse und setzt sich prozentual zusammen aus:

H_2O	1,49
$Ca_3(PO_4)_2$	79,78
$CaSiO_3$	15,71
$AlPO_4$	1,06
Fe_2O_3	1,96
Sa.	100,00

Die Ergebnisse dieser Analysen führen vor Augen, wie außerordentlich wechselnd die Zusammensetzung der culmischen Phosphoritkonkretionen ist. Namentlich stehen diejenigen von Zadelsdorf bei Zeulenroda, obwohl sie genau demselben Horizont angehören wie die übrigen, außerhalb der Reihe der letzteren, indem sie einen Gehalt an freier Kieselsäure von fast 70 % aufweisen, dem nur ein Phosphoritgehalt von $2\frac{3}{4}$ % gegenübersteht. Sie sind deshalb als Kieselphosphoritkonkretionen bezeichnet worden. Durch freundliche Vermittlung des kgl. preuß. Landesgeologen Dr. E. Zimmermann erhielten wir die Resultate einer durch Herrn Chemiker Dr. Lindner im Laboratorium der kgl. geologischen Landesanstalt zu Berlin ausgeführten Teilanalyse einer Konkretion aus dem Untersten Culm von Döhlen (Blatt Weida), welche sogar einen noch höheren Kieselsäuregehalt ergeben hatte und folgende Zusammensetzung aufwies:

SiO_2	79,25
davon löslich	6,06
C	1,21
S	0,18
CaO	0,64
P_2O_5	0,07

In auffälligem Gegensatz hierzu ergab die von Dr. Lindner ausgeführte Teilanalyse einer Konkretion von Zadelsdorf, also vom nämlichen Fundorte wie das Material unserer Analyse No. III, folgende Werte:

Gesamte SiO_2	18,07
davon löslich	5,04
C	1,70
S	0,14
CaO	28,07
P_2O_5	5,30

Der Unterschied dieser Resultate gegenüber denen der oben sub III angeführten Analyse in ihrem beiderseitigen Kieselsäure- und Phosphorsäuregehalt ist ein höchst auffälliger. Man könnte denselben auf die Weise erklären wollen, daß die Verwitterung der Konkretionen, die nur auf den Feldern um Zadelsdorf zerstreut anzutreffen sind, sehr verschieden weit fortgeschritten ist, so daß durch Wegführung des leichter löslichen Calciumphosphates eine mehr oder weniger beträchtliche relative Anreicherung der in Gestalt von feinsten Quarzkörnchen vorhandenen Kieselsäure stattgefunden hätte. Auf der anderen Seite aber wird durch den mikroskopischen Befund der Zadelsdorfer Konkretionen (siehe oben p. 65) die Ursprünglichkeit ihres großen Kieselsäurereichtums bewiesen. Es bleibt also auf Grund der Lindner'schen und meiner eigenen Analysen nichts übrig, als anzunehmen, daß der Kieselsäure- und Phosphoritgehalt auch der Konkretionen von Zadelsdorf ein individuell in weiten Grenzen schwankender ist.

Außer den obigen, vollständig durchgeführten quantitativen Analysen sind von mir noch Teilanalysen von Konkretionen folgender Fundpunkte ausgeführt worden:

Eisenbahneinschnitt südlich des Gleitsches bei Saalfeld (vergl. Profil 1):

Unlöslich 20,53 % der Gesamtmasse. Im unlöslichen Teil 17,92 % SiO_2 und 2,61 % C. Im löslichen Teil 9,36 % P_2O_5.

Ostabhang des Schluffes gegenüber von Kaulsdorf bei Saalfeld:

Unlöslich 19,19 % der Gesamtmasse (17,25 % SiO_2 und 1,94 % C); im löslichen Teil 11,39 % P_2O_5.

Schieferbruch „Kirch Glück" bei Reichenbach a. d. Loquitz:

Unlöslich 27,63 % der Gesamtmasse (25,36 % SiO_2 und 2,27 % C); im löslichen Teil 10,20 % P_2O_5.

Eisenbahneinschnitt zwischen Geyersberg und Ülm im Vogtlande:

Unlöslich 66,77 % der Gesamtmasse (63,49 % SiO_2 und 3,28 % C); im löslichen Teil 0,67—0,70 % P_2O_5.

Schon Graf zu Solms-Laubach sprach auch das Versteinerungsmittel der fossilen Culmhölzer des Mühltales bei Obernitz als Phosphorit an. Eine von mir durchgeführte chemische Analyse eines solchen fossilen Holzes hat dies vollkommen bestätigt, indem sich seine Zusammensetzung wie folgt ergab:

SiO_2	1,52
H_2O	1,95
C	13,25
CaO	37,54
Fe_2O_3	7,65
Al_2O_3	2,16
MgO	0,39
P_2O_5	33,62
CO_2	2,50
Sa.	100,58

Hieraus berechnet sich:

SiO_2	1,52
H_2O	1,95
C	13,25
$Ca_3(PO_4)_2$	62,97
$CaCO_3$	5,67
$FePO_4$	2,74
$AlPO_4$	5,18
$Mg_3(PO_4)_2$	0,85
Fe_2O_3	6,20
Sa.	100,33

Das Vorkommen von Phosphoritkonkretionen im Tonschiefer legte von vornherein die Vermutung nahe, daß sich auch deren Nebengestein durch Führung von Phosphaten gegenüber dem gewöhnlichen im dortigen Unteren Culm herrschenden Tonschiefer auszeichnen möge. Meine in dieser Hinsicht angestellten Untersuchungen an Schiefern des Horizontes der Phosphoritknollen bestätigten diese Vermutungen durchaus. Kein einziger der zahlreichen untersuchten Schiefer ließ die Phosphorsäurereaktion vermissen, wenn es sich auch sehr oft nur um Spuren handelte. Über das Maß des Phosphoritgehaltes dieser Culmschiefer geben folgende quantitative Bestimmungen Auskunft:

Stark ausgebleichter Rußschiefer des Mühltales bei Obernitz 0,005 % P_2O_5.

Frischer Rußschiefer des Örtelsbruches bei Lehesten (2 Bestimmungen) 0,32 und 0,48 % P_2O_5.

Gebleichter Rußschiefer des Eisenbahneinschnittes südlich des Gleitsches bei Saalfeld 0,04 % P_2O_5.

Schiefer vom Felde beim Schafhaus nördlich von Raschau im Vogtlande 0,22 % P_2O_5.

Durch meine einschlägigen Untersuchungen ergab es sich im Gegensatz zu denen, die L. Kruft (l. c. p. 31) an Phosphoritknollen führenden Alaunschiefern des Vogtlandes anstellte, daß sich der Phosphorsäuregehalt der Rußschiefer an jedem einzelnen der Aufschlüsse ziemlich konstant hält, während L. Kruft nachweisen konnte, daß der obersilurische Alaunschiefer in der Nähe der Phosphoritknollen entweder ganz frei von Phosphorsäure war oder nur ganz geringe Spuren davon aufwies. Demgegenüber zeigte die Untersuchung selbst solcher culmischer Rußschiefer, die mit Phosphoritkonkretionen erfüllt waren, ein reichliches Vorhandensein von Phosphorsäure selbst in unmittelbarer Nähe jener Knollen. So stammt das Material zu der oben aufgeführten Phosphorsäurebestimmung eines frischen Rußschiefers des Örtelsbruches bei Lehesten von einer Platte, in welcher, nur wenige Zentimeter vom Probestück entfernt, mehrere Phosphoritknollen eingebettet lagen.

5. Organische Reste der Phosphoritknollen.

A. Pflanzen.

Die im untersten Culm von Saalfeld i. Th., und zwar entweder in den Phosphoritknollen selbst, oder im angrenzenden Nebengestein, in diesem z. T. im phosphoritisierten Zustande aufgefundenen pflanzlichen Reste sind zuerst von Unger [1] einer Beschreibung und Darstellung unterzogen worden, haben aber erst durch Graf Solms-Laubach [2] eine streng

[1] R. Richter und F. Unger, Beitrag zur Paläontologie des Thüringer Waldes. Denkschr. d. k. k. Akad. zu Wien math.-naturw. Kl. 11. 1856.

[2] Graf zu Solms-Laubach, Über die seinerzeit von Unger beschriebenen strukturbietenden Pflanzenreste des Unterculm von Saalfeld i. Th. Abh. d. k. preuß. geol. Landesanst. N. F. Heft 23. Berlin 1896.

wissenschaftliche Behandlung erfahren, welche auch für uns maßgebend ist. Graf Solms-Laubach führt in der zitierten Abhandlung die meist noch wohl erhaltene Struktur aufweisenden Reste folgender unterculmischen Pflanzen auf:

a) Exemplare mit erhaltener Struktur.

1. *Lepidodendron Richteri* Ung.
2. „ *Saalfeldense* Solms.
3. „ *nothum* Ung.
4. *Cladoxylon mirabile* Ung. mit einer Auszweigung, deren Bau an *Rhachiopteris Hierogramma* erinnert.
5. *Cladoxylon dubium* Ung.
6. „ *taeniatum* Ung.
7. *Calamopitys Saturni* Ung. } mit myeloxyloiden Rhachio-
8. „ *annularis* Solms } pteriden.
9. *Rhizocalamopitys?*
10. *Sphenophyllum insigne* Will.
11. *Calamopsis dubia* Solms.
12. *Araucarioxylon Ungeri* Göpp.
13. „ *Aporoxylon* Ung.
14. *Rhachiopteris ligodioides* Ung.
15. „ *megalorhachis* Ung.
16. „ *(Clepsydropsis) antiqua* Ung.
17. „ *aneimioides* Ung.
18. „ *tripos* Ung.
19. „ *Aphyllum* Ung.
20. „ *Periastron* Ung.
21. „ *Stephanida* Ung.
22. „ *debilis* Ung.
23. „ *Kalymma* Ung.
24. „ *Hierogramma* Ung.
25. „ *insignis* Ung.
26. „ *radiata* Ung.
27. „ *Syncardia* Ung.

Dazu kommen noch *Sparganum*-Struktur bietende Außenrinden von Rhachiopteriden.

b) Exemplare ohne Strukturerhaltung.

28. *Lycopodites? pinastroides* Ung.
29. *Knorria* sp.
30. *Asterophyllites coronatus* Ung.
31. *Archaeocalamites radiatus*, Stammsteinkern und beblätterte Zweige.
32. *Cyclopteris elegans* Ung.
33. „ *trifoliata* Ung.

34. *Cyclopteris thuringiaca* Ung.
35. „ *dissecta* Ung.
36. „ *Richteri* Ung.
37. *Sphenopteris refracta* Göpp.
38. „ *devonica* Ung.
39. „ *petiolata* Göpp.
40. „ *imbricata* Ung.
41. *Dactylopteris remota* Ung.

Auch bei unseren geologischen Exkursionen im Gebiete dieser culmischen Rußschiefer wurden zahlreiche Reste der oben aufgeführten Pflanzen, vor allem phosphoritisierte Hölzer aufgefunden, deren Mikrostruktur jedoch nur einen wenig günstigen Erhaltungszustand aufwies.

B. Tiere.

1. Radiolaria.

Wie bereits mehrfach (so z. B. p. 64) hervorgehoben wurde, spielen Radiolarien bei der Zusammensetzung der Mehrzahl der Phosphoritkonkretionen eine hervorragende Rolle. Daß Reste dieser Protozoen in den unterculmischen Rußschiefern Ostthüringens überhaupt vorkommen, hat bereits Richter in seinen „Beiträgen zur Paläontologie des Thüringer Waldes“ erwähnt. Nach Abbildungen dieser Funde in Fig. 47 und 48 auf Taf. III seiner Arbeit, die er als *Eupodiscus Ungeri* Richt. auf p. 135 kurz beschreibt, haben die Originale, die ihm zugrunde gelegen haben, keinen besonders günstigen Erhaltungszustand aufzuweisen gehabt. Infolge des letzteren ist es unmöglich, den Richter'schen *Eupodiscus* einer der scharf charakterisierbaren Gattung von Culmradiolarien zu vergleichen oder zuzuteilen, vielmehr mag *Eupodiscus* nach seiner von Richter gegebenen, sehr unbestimmten Definition jeder der beiden von uns deutlich erkannten Gattungen *Cenosphaera* und *Acrosphaera* angehören. Es empfiehlt sich daher, auf den durchaus unbestimmten Richter'schen Gattungsnamen zu verzichten. Bisher freilich, ehe genauere Untersuchungen der culmischen Radiolarien vorlagen, ist dieser *Eupodiscus* als einzige Unterlage für das häufige Auftreten von Radiolarien in der ostthüringischen Rußschieferzone mehrfach herangezogen worden, zuletzt auch von F. Frech, Lethaea geognostica. I. 2. p. 313.

Auffällig erscheint es, daß Gümbel die in den ebenfalls dem ostthüringischen Subcarbon angehörigen Dachschiefern von Lehesten „in erstaunlicher Menge“ enthaltenen Mikroorganismen, welche er in seiner „Geognostischen Beschreibung des Fichtelgebirges.“ 1879. p. 538 beschrieb und in Fig. VI p. 537 abbildete, nicht als Radiolarien erkannte, sondern sie für Sporen von *Archaeocalamites* und *Sagenaria* ansprach, deren Stammstücke in demselben Gestein eingeschlossen vorkommen.

Unter Bezugnahme auf diese Auffassung Gümbel's läßt es auch E. Zimmermann[1] in seiner Beschreibung der Gegend von Probstzella noch unentschieden, ob die mikroskopisch kleinen kugeligen Körperchen, die die dortigen culmischen Phosphoritknollen „manchmal geradezu erfüllen“, als Radiolarien oder Pflanzensporen zu deuten seien, wenn er auch später mit Bestimmtheit von dem Reichtum der Phosphoritkonkretionen des Mühltales von Obernitz an Radiolarien spricht[2].

Bei unseren Untersuchungen von Dünnschliffen der thüringisch-vogtländischen unterstculmischen Phosphoritknollen bestätigte sich tatsächlich dieser Radiolarienreichtum in vollem Maße, indem sich Phosphoritknollen der verschiedensten Lokalitäten geradezu von diesen Protozoenresten angefüllt erwiesen. Waren auch von der Mehrzahl der letzteren nur Fragmente ihrer Kieselskelette in die Phosphoritmasse eingebettet, so waren doch andere in großer Vollständigkeit überliefert. Die für mikroskopische Zwecke hergestellten Präparate ergaben naturgemäß nur sehr dünne Schnitte dieser Radiolarien, aus denen sich nur sehr schwer, z. T. gar kein körperliches Bild derselben ableiten ließ. Denn da, wie wir oben gesehen haben, die Phosphoritsubstanz sehr stark mit kohligen Bestandteilen durchsetzt ist, so mußten die Schliffe weit dünner, als der größte Durchmesser der Radiolariengehäuse betrug (0,215 mm), hergestellt werden, um nur ein einigermaßen durchscheinendes Präparat zu erhalten. Um

[1] K. Th. Liebe und E. Zimmermann, Erläuterungen zu Blatt Probstzella der geologischen Spezialkarte von Preußen und den thüringischen Staaten. p. 36.

[2] Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1902. p. 410.

nun ein Bild der Radiolarienskelette in ihrem ganzen Umfange, also nicht durch Schnitte zu gewinnen, wurde der Versuch gemacht, dieselben durch Behandlung von Splittern der Phosphoritknollen mit äußerst verdünnter Salzsäure zu isolieren. Dies gelang zunächst im vollen Maße, doch zeigten sich die herausgelösten Gitterschalen von kohligen Partikelchen derart überzogen, daß sie die Skelette selbst dem Blicke vollständig verbargen. Um diesen Übelstand zu beseitigen, wurden die in einem derartigen ungünstigen Erhaltungszustand vorliegenden isolierten Radiolarien mit alkalischer Kaliumpermanganatlösung behandelt, welche in der Tat die Entfernung des kohligen Überzuges bewirkte, ohne die Kieselsäureskelette anzugreifen, sobald der angewandten Alkalilösung der genügende Grad der Verdünnung gegeben war, und die ihr ausgesetzten Radiolarien im geeigneten Zeitpunkt der Einwirkung derselben entzogen wurden. Nun aber ergab sich leider der fernere Mißstand, daß sich die Gitterschalen der Radiolarien mit Kieselsäure ausgefüllt zeigten, welche mit den Einzelteilen des Kieselskelettes derartig verflößt war, daß der Bau desselben vollständig verschleiert wurde und die isolierten Reste zu spezieller Untersuchung untauglich gemacht wurden. Es blieb deshalb nach diesen mit vieler Mühe gemachten Erfahrungen nur der auch sonst gebräuchliche Weg des Studiums der Radiolarienschnitte in Dünnschliffen übrig. Die große Mehrzahl dieser Schliffe wurden von Herrn C. Knab in Weinböhla bei Dresden angefertigt, welcher während seines früheren Aufenthaltes in Lehesten die Absicht hegte, die dortigen Phosphoritkonkretionen wissenschaftlich zu bearbeiten, in späterer Zeit diese Absicht aufgab und die von ihm hergestellten Dünnschliffe mir zur Verfügung stellte. Für dieses freundliche Entgegenkommen sage ich Herrn C. Knab auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank.

Die mikroskopische Untersuchung der vorliegenden zahlreichen Dünnschliffe ergab zunächst die folgenden Resultate:

1. Die Phosphoritkonkretionen aller Fundorte im Untersten Culm Ostthüringens, des Frankenwaldes und des Vogtlandes, von der Gegend von Saalfeld an bis in diejenige von Hof und Ölsnitz, enthalten mehr oder weniger reichlich Ra-

diolarien. Auf diesen Umstand hat es keinerlei Einfluß, ob in den Phosphorit- bezw. Kieselphosphoritkonkretionen neben den Radiolarien auch noch die Reste mariner Mollusken oder Fragmente terrestrer Pflanzen, z. B. von Koniferenhölzern, vorkommen. Ebenso ist es in dieser Beziehung gleichgültig, ob die Phosphoritkonkretionen dem echten weichen Rußschiefer oder dem harten schwarzen Tonschiefer eingebettet sind. Kein einziger der zu diesem Behufe gemusterten ca. 150 Dünnschliffe des verschiedensten Herkommens erwies sich als frei von Radiolarien.

2. Die Reichlichkeit freilich der Radiolarien ist eine außerordentlich schwankende. In einzelnen Präparaten treten dieselben stark in den Hintergrund, bis sie in solchen von anderen Stellen fast die Hauptmasse der Konkretion ausmachen und dann die Herausbildung förmlicher Radiolarienbreccien mit phosphoritischem Bindemittel bewirken. Letzteres gilt namentlich von den Phosphoritkonkretionen am Schafhaus bei Raschau nahe Ölsnitz.

Die Mehrzahl aller dieser in den Phosphoritknollen des behandelten Gebietes enthaltenen Radiolarien erwies sich als fragmentär, und zwar teils auf kleinere Bruchstücke beschränkt, teils nur in geringerem Grade verletzt. So ließen sich denn aus der Fülle der in den Dünnschliffen sichtbaren Radiolarien nur zwei Geschlechter mit einiger Sicherheit rekognoszieren.

Cenosphaera Ehrb.

Rüst, Beiträge zur Kenntnis der fossilen Radiolarien aus Gesteinen des Jura. Palaeontographica. N. F. **11.** (**31.**) p. 285. Taf. XXVI (I) Fig. 3—10.

Rüst, Beiträge zur Kenntnis der fossilen Radiolarien aus Gesteinen der Trias und der paläozoischen Schichten. Palaeontographica. 1892. **38.** p. 133. Taf. VI Fig. 1—9.

Hinde and Fox, Quart. Journ. of the Geol. Soc. London. Nov. 1895. **51.** p. 635. Taf. XXV Fig. 2, 3.

Dieser Gattung sind die in den Dünnschliffen sehr häufigen, ringförmigen und teils dünn-, teils dickwandigen Querschnitte von einfachen kugeligen Gitterschalen zuzuzählen, welche eine enge maschige Perforierung, aber keine Stacheln oder Dornen aufweisen, ebensowenig wie sie ein inneres Radialgerüst besitzen. Der Durchmesser der Gitterschale

ist beträchtlichen Schwankungen unterworfen und variiert zwischen 0,060 und 0,215 mm. Die meisten Querschnitte dürften der Spezies *Cenosphaera pachyderma* Rüst zuzuzählen sein, welche nach Rüst zu den verbreitetsten des Culm gehört, was auch von Hinde und Fox mit Bezug auf die Radiolarienfauna des Unteren Culms im südwestlichen England bestätigt wird. Dieselben wurden fast in allen von uns untersuchten Schliffen der verschiedensten Fundorte angetroffen.

Acrosphaera glitzii Rüst.

Rüst, Beiträge zur Kenntnis der fossilen Radiolarien aus Gesteinen der Trias und der paläozoischen Schichten. p. 140. Taf. IX Fig. 2.

Von dieser Radiolarie wurden in den vorliegenden Schliffen ziemlich häufige Exemplare beobachtet, deren Erhaltungszustand zumeist ein so ausnehmend günstiger war, daß ihre Identifizierung mit der von Rüst beschriebenen Art sicher erscheint. Dieselbe bildet eine äußerst dünnwandige Gitterschale, welche von zahlreichen unregelmäßig gestalteten und gestellten, nur durch schmale Kieselmaschen voneinander getrennten Löchern durchsetzt ist. Meist in den Knotenpunkten des Gitterwerkes entspringen kurze massive Dornen, die sich, wenngleich weniger häufig, auch auf den übrigen Teilen der Gitterschale unregelmäßig verstreut zeigen.

Der Durchmesser der Öffnungen schwankt zwischen 0,017—0,026 mm, die Stärke der dieselben trennenden Gitterstäbchen beträgt meist 0,004 mm, während der Durchmesser der Gitterschale selbst 0,155 mm nicht überschreitet.

Diese Art fand sich namentlich in den Konkretionen von Raschau, Lehesten und des Mühltales bei Obernitz.

Außer diesen beiden Formen sind aber sicherlich noch andere Radiolariengeschlechter in den Phosphoritkonkretionen enthalten, aber nur durch Fragmente vertreten, die hier und da Reste eines inneren Radiärgerüstes, oder einer zweiten inneren Gitterschale, oder endlich Gitterbruchstücke mit auffällig langen Stachelnadeln erkennen lassen, jedoch ihrer Unvollständigkeit wegen nicht näher bestimmbar sind.

Während, wie gezeigt, die Führung der culmischen Phosphoritknollen von Radiolarien eine ganz allgemeine und

z. T. geradezu massenhafte ist, beschränkt sich das Vorkommen von Resten anderer mariner Organismen auf eine einzige Lokalität, nämlich die Gegend von Zadelsdorf bei Zeulenroda und zugleich auf eine besondere, nämlich auf jene an Quarzkörnchen außergewöhnlich reiche Varietät der Phosphoritknollen, welche auf p. 65 beschrieben und als Kieselphosphoritkonkretionen bezeichnet worden sind. Mir selbst ist es nicht gelungen, in diesen Konkretionen an der genannten Stelle irgendwelche andere Organismen als Radiolarien aufzufinden, dahingegen liegen in der geologischen Landessammlung des Fürstentums Reuß j. L. in Gera einige solche Konkretionen aufbewahrt, welche die Reste höherer Meeresbewohner, meist freilich in sehr ungünstigem Erhaltungszustand enthalten, die bereits K. Th. Liebe zu bestimmen versucht hat. Durch die Freundlichkeit des Herrn Oberlehrer Dr. Löscher, des Direktors der geologischen Landessammlung in Gera, dem ich hierfür den verbindlichsten Dank zolle, wurden mir diese Konkretionen zur Verfügung gestellt und durch mich einer erneuten Untersuchung unterworfen. Nach dieser lassen sich die erwähnten Reste, wie folgt, bestimmen.

2. Anthozoa.

Zaphrentis Raf.

Eine flach ellipsoidische, von jenem Fundorte stammende Konkretion, birgt in ihrem Innern einen durch ihr Zerschlagen in zwei Hälften gespaltenen Korallenkelch. Derselbe besitzt eine ausgesprochene querelliptische Mündung von 21 mm Länge und 14 mm Breite und ist flach trichterförmig gestaltet. In den Kelch selbst ist die Phosphoritmasse nicht eingedrungen, so daß die Interseptalkammern vollständig offen geblieben sind, während die Septa und die Wand als weiße Kalksubstanz erhalten sind. Dieselben zeigen in den beiden vorderen Quadranten eine deutliche Fiederstellung gegen eine Septalfurche, welche auf die Mitte der Längswand gerichtet ist.

Nach alledem hat man es zweifelsohne mit einem flachen elliptischen *Zaphrentis*-Kelch zu tun, dessen Speziesbestimmung untunlich ist.

3. Nautiloidea.

Orthoceras scalare Goldf. (*dactyliophorum* de Kon.).

Die ungefähre Achse einer ziemlich lang gezogenen ellipsoidischen Phosphoritknolle wird von einem *Orthoceras* gebildet, von dem aber leider nur ein Bruchstück von 34 mm Länge vorliegt, welches einen Durchmesser von 7—8 mm besitzt. Der äußere Abdruck desselben zeigt eine nicht sehr hohe, aber deutlich ausgeprägte Ringelung durch rundlich gewölbte Querfalten, deren Zwischenräume ungefähr dieselbe Breite besitzen wie die Falten selbst. Aus dem zugehörigen Steinkern ergibt sich, daß auf je eine Kammer des Gehäuses drei derartige Faltenringe kommen, ferner, daß die zentrale Siphonalröhre einen ziemlich großen Durchmesser besitzt, welcher sich aber nicht genau fixieren läßt, weil die Siphonalröhre selbst ebenso wie das eigentliche Gehäuse mit den Septen in feinkörnigen Phosphorit umgewandelt und von diesem überzogen ist.

Schon von Liebe wurde das vorliegende Exemplar als *Orthoceras scalare* Goldf. bestimmt, wenn er auch gewisse Zweifel in dieser Bestimmung durch zwei zugesetzte Fragezeichen kundgibt.

4. Goniatitidae.

Glyphioceras princeps de Kon.

L. G. de Koninck, Faune du calcaire carbonifère de la Belgique. II partie. p. 116. Taf. 49 Fig. 1 u. 2.

Einer größeren Phosphoritknolle entstammt ein flachgerippter Goniatit von ungefähr 70 mm größtem Durchmesser, welcher dem *Glyphioceras princeps* de Kon. zuzurechnen sein dürfte, jedenfalls demselben sehr nahe steht. Derselbe zeichnet sich zunächst gegenüber dem aufgeblähten Gehäuse des *Gl. sphaericus* Mart. durch hochparabolische Umgänge aus, welche nach dem weiten Nabel zu fast rechtwinkelig umbiegen und ihre Vorgänger nur z. T. umfassen. Die Oberfläche der Schale ist von flach gerundeten, aber sehr deutlich ausgesprochenen, schwach sichelförmig nach vorn gebogenen Falten dicht bedeckt, welche nach der Externseite zu an Höhe und Deutlichkeit gewinnen.

Da das einzig vorliegende Exemplar durch Gebirgsdruck

gelitten hat, hält es schwer, die Anzahl dieser Radiärfalten festzustellen, doch dürfte dieselbe auf dem letzten Umgange nicht weniger als 80—100 betragen, während dieselbe sich bei *Gl. princeps* ans dem unteren belgischen Kohlenkalk nur auf 42—45 beläuft.

Von der Sutur ist nur der große, flach gerundete Lateralsattel deutlich sichtbar.

Glyphioceras sphaericus Mart.

L. G. de Koninck, Faune du calcaire carbonifère de la Belgique. p. 97. Taf. 47.

Dies so weit verbreitete Leitfossil des Subcarbon liegt uns aus den Konkretionen des oben genannten Fundortes in zwei kleinen Exemplaren von 12 bezw. 19 mm Durchmesser vor. Beide bilden den Kern je einer kleineren Phosphoritknolle. Von dem einen Exemplar ist nur der größte Teil des Abdruckes, von dem anderen nicht nur letzterer, sondern auch der in diesem liegende Steinkern überliefert. Da die Innenseite beider Abdrücke mit einer feinen Haut von eingewandertem Phosphorit überzogen erscheint, ist die charakteristische feine Skulptur der Schale unter diesem verborgen und kommt nirgends zur Erscheinung. Ebenso wie in der äußeren Abformung, so offenbart sich auch in dem Steinkerne die stark aufgeblähte, fast kugelige Gestalt und der tiefe Nabel, wie sie für diese Goniatitenform charakteristisch sind. Am Steinkerne sind die Suturen, namentlich der letzten Kammern, z. T. in großer Schärfe sichtbar. Vorzüglich gilt dies von dem breit halbkreisförmig geschwungenen Hauptseitensattel, sowie von dem scharf zugespitzten Außensattel, während der schmale Siphonalsattel nur selten erkennbar ist.

Außer diesen beiden Individuen sind noch in anderen Konkretionen die Abdrücke einiger jugendlichen, kaum 3—4 mm großen Formen überliefert.

Goniatites fasciculatus F. Mc Coy.

L. G. de Koninck, Faune du calcaire carbonifère de la Belgique. p. 119. Taf. 49 Fig. 5 u. 5a.

Auch dieser Goniatit liegt nur in einem einzigen Exemplar als Zentrum einer flach brotlaibförmigen Konkretion von

61 mm größtem Durchmesser vor. Sein Gehäuse ist dick scheibenförmig und besteht aus vier ziemlich deutlich sichtbaren Umgängen, welche einander nur wenig stark, nämlich etwa zur Hälfte umfassen und einen halbmondförmigen Querschnitt besitzen, der sich in der Gestalt der Mündung wiederholt. Sie produzieren auf diese Weise einen weiten flachen Nabel, innerhalb dessen die einzelnen Umgänge deutlich hervortreten. Infolge der günstigen Längsspaltung der Konkretion liegt auf der einen Hälfte derselben der Steinkern, auf der anderen der Abdruck dieses Goniatiten vor. Auf beiden sind die Rippen, welche diese Goniatitenschale verzieren, auf das deutlichste erhalten. Dieselben sind verhältnismäßig hoch und ziemlich scharf, verdicken sich allmählich nach der Externseite des Gehäuses zu, wenden sich hierbei in schwachem Bogen nach hinten und sind durch doppelt so breite Einsattelungen getrennt. Ihre Zahl beträgt auf dem letzten der Umgänge 33—34. Die Sutur ist nicht erkennbar.

In allen oben aufgezählten Merkmalen stimmt dieser Goniatit durchaus überein mit der Beschreibung und Abbildung, die L. G. de Koninck von *Goniatites fasciculatus* Mc Coy aus dem belgischen Kohlenkalk gibt.

Pronorites cyclolobus Phill.

F. A. Römer, Beiträge zur geologischen Kenntnis des nordwestlichen Harzgebirges. Kassel 1860. p. 167. Taf. 17 Fig. 1.

L. G. de Koninck, Faune du calcaire carbonifère de la Belgique. p. 121. Taf. 50 Fig. 5 u. 6.

K. v. Zittel, Handbuch der Paläontologie. 2. p. 421. Fig. 580.

F. Frech, Lethaea geognostica. Teil I. 2. Stuttgart 1897—1902. p. 376 b. Fig. 14.

Von diesem Goniatiten liegt nur das Fragment eines einzigen Exemplares vor. Dasselbe repräsentiert den größeren Abschnitt des letzten Umganges eines Gehäuses, welcher infolge Umschließung durch Phosphoritmasse konserviert wurde, während der übrige Teil des Individuums verloren gegangen ist. Die Spaltungsebene scheidet den erwähnten Umgang in zwei symmetrische Hälften, auf deren jeder nach Wegführung der Schalensubstanz die Suturen des Umganges als mehr oder weniger deutliche Relieflinien hervortreten.

Der Umgang selbst weist auf ein scheibenförmiges, fast diskusartiges, ziemlich weitgenabeltes, glattes Gehäuse hin. Die einzelnen Suturen folgen in sehr geringen Abständen aufeinander, sind aber auf dem zugeschärften Externrande nicht überliefert, weil der Abdruck hier, durch die ihn durchziehende Spaltfläche gelitten hat. Auf den Seitenwandungen besteht die Sutur aus 4 steilen und engen gerundeten Sätteln, während die sie verknüpfenden Loben winklig, z. T. sogar ziemlich spitzwinklig enden. Außerhalb des ersten und höchsten Lateralsattels macht sich ein kürzerer winkliger Sattel bemerklich, der die Zweispitzigkeit des ersten Seitenlobus bedingen dürfte, der aber am vorliegenden Exemplar ebensowenig wie die Externzone überliefert ist.

Soweit die beschriebenen geringfügigen Reste dieses Goniatiten überhaupt eine Bestimmung gestatten, dürfte derselbe dem *Pronorites cyclolobus* Phill. zuzuteilen sein, welcher auch anderwärts, so im Ostharze, in England, Asturien und Arkansas zu den charakteristischen marinen Resten des Unteren Culms gehört.

Aus vorstehender paläontologischer Zusammenstellung ergeben sich die folgenden mit Bezug auf die Vertretung und Verteilung organischer Reste in den culmischen Phosphoritknollen bemerkenswerten Tatsachen.

1. In den Phosphoritknollen des Unteren Culms in Ostthüringen sind innerhalb eines sehr großen Teiles seines Verbreitungsgebietes Reste sowohl von Landpflanzen, wie von Meerestieren unmittelbar miteinander vergesellschaftet.

2. Die Landpflanzen sind die Repräsentanten einer typischen Culmflora.

3. Die marinen Reste stammen einerseits von Radiolarien, anderseits zumeist von Cephalopoden ab. Unter letzteren sind die Gattungen *Orthoceras* und *Goniatites (Glyphioceras, Pronorites)* durch echt subcarbonische Arten vertreten, zu denen sich als einziger Vertreter der *Tetracorallia* noch *Zaphrentis* gesellt.

4. Während die Radiolarien in dem oben begrenzten Verbreitungsgebiete des Culms ganz allgemein und zwar in fast jeder Phosphoritkonkretion z. T. in außerordentlicher Häufigkeit vertreten sind, beschränkt sich das Vorkommen der oben

aufgezählten Cephalopoden auf eine einzige Lokalität, nämlich auf die Gegend von Zadelsdorf bei Zeulenroda, wo sie in den dortigen Kieselphosphoritkonkretionen, neben den auch hier verhältnismäßig häufigen Radiolarien, nur in seltenen und meist wenig gut erhaltenen Exemplaren sich einstellen.

III. Der Aufbau, die Verbands- und Lagerungsverhältnisse der phosphoritführenden Stufe des thüringisch-vogtländischen Unteren Culms.

Zur Klarlegung des Aufbaus, der Verbands- und Lagerungsverhältnisse der phosphoritführenden Stufe des Unteren Culms soll die Beschreibung der folgenden Profile und größeren Aufschlüsse dienen.

A. In Ostthüringen.

1. Profil im oberen Mühltal bei Obernitz südlich von Saalfeld.

Wenn man von dem im Saaltale 3 km südlich von Saalfeld[1] gelegenen Obernitz ausgehend das dort mündende Mühltal hinaufwandert, überschreitet man die gesamten Stufen des thüringischen Oberdevons vom unteren cypridinenführenden Schiefer an durch die Stufe der Knotenkalke und der von ihnen durch eingelagerte Quarzitbänke abgetrennten Kalkknotenschiefer, um dann in das Gebiet des konkordant über dem Oberdevon lagernden Unteren Culms einzutreten, welcher dann von der flach nach Norden zu geneigten Zechsteinformation diskordant abgeschnitten wird. An der Westseite des Weges, der sich von der Hauptstraße in die südöstliche Gabel des Mühltales erstreckt, bewirkt ein Weganschnitt einen Aufschluß im Untersten Culm, der schon von Richter ausgenutzt worden ist und eine Mehrzahl der von ihm und Unger, sowie die von Graf zu Solms-Laubach beschriebenen organischen Reste geliefert hat, jetzt aber stark verfallen ist. Aus den Beobachtungen im dortigen Teile des Mühltales ergibt sich, daß der Culm nebst seinem Liegenden hier eine kleine flache Mulde bildet, deren Achse eine erzgebirgische Streichrichtung verfolgt.

[1] Vergl. Blatt Saalfeld der geologischen Spezialkarte von Preußen und den thüringischen Staaten nebst zugehörigen Erläuterungen von K. Th. Liebe und E. Zimmermann, p. 16—28.

Der Untere Culm scheidet sich dort in zwei ziemlich scharf trennbare Horizonte. Der liegende derselben besteht in einer Mächtigkeit bis 5 m aus der Zone der Rußschiefer, auf welche dann dunkelgraue Tonschiefer mit Bänkchen von feinkörniger Grauwacke folgen, die von dem diskordant und schwebend übergelagerten Zechstein abgeschnitten werden.

Die Rußschiefer erscheinen stark zerklüftet und sind durch die in ihnen zirkulierenden Sickerwasser, und zwar besonders auch mit Hilfe der Zersetzungsprodukte des im Gestein reichlich vorhandenen Eisenkieses, stark ausgebleicht und haben infolgedessen, statt ihrer ursprünglich tiefschwarzen Farbe, eine ganz licht violette Färbung angenommen und zeigen nach Verlust ihres kohligen Pigmentes eine außerordentlich feinkörnig quarzitische Struktur.

In ihnen liegen, und zwar sowohl in ihrem zerrütteten Ausgehenden, wie in ihren dort reichlich verstreuten Fragmenten, ziemlich zahlreiche Phosphoritknollen eingelagert, welche unregelmäßig knollige oder vollkommen kuglige Gestalt besitzen, wobei erstere einen Durchmesser von 10 cm erreichen können, während die kleineren die Gestalt und Größe einer Flintenkugel besitzen[1]. Die Rußschieferstufe dieser Lokalität ist das Muttergestein zahlreicher pflanzlicher Reste, wie sie von den oben genannten Autoren in den früheren Jahren hier gesammelt worden sind und auch jetzt noch zuweilen angetroffen werden. Außerdem aber ergaben sich die sämtlichen von hier stammenden Phosphoritknollen als reich an Radiolarien. Dagegen wurden außer diesen Protozoen andere Vertreter des Tierreiches in der dortigen Rußschieferzone nicht angetroffen, wohl aber stammen die meisten der von Graf zu Solms-Laubach beschriebenen, von uns auf p. 79 u. 80 aufgezählten pflanzlichen Reste von diesem Fundort und aus dieser Zone. Alle an jener Stelle aufgeführten fossilen Hölzer sind in Phosphorit petrifiziert und liegen entweder direkt im Rußschiefer oder sind teilweise von Phosphoritknollen umhüllt oder werden gänzlich von einer solchen Hülle umschlossen, so daß sie erst nach deren Zerschlagen sichtbar werden.

[1] E. Zimmermann, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1902. p. 410.

2. Profil im Eisenbahneinschnitt am Südfuss des Gleitsches (südl. von Saalfeld).

(Hierzu Profil Fig. 1.)

Nur wenige Kilometer südlich von dem eben beschriebenen Aufschluß im Mühltale bei Obernitz macht die Saale und mit ihr das Saaltal eine enge auf Weischwitz zu gerichtete Schlinge, in die sich von Nordosten her das Oberdevon und der Untere Culm zungenförmig vorschieben und, wie im Mühltale, auf ihrer gipfelförmigen Erhebung, dem Gleitsch, eine sich von dort aus nach Norden zu erstreckende, lappenförmige Decke von Unterem Zechstein tragen. Die Lagerungsverhältnisse der erstgenannten Formationen sind hier viel komplizierter als in dem vorher beschriebenen Mühltale, jedoch durch den bis 10 m tiefen Einschnitt der Bahnstrecke Saalfeld—Probstzella in großer Deutlichkeit aufgeschlossen.

Vom Oberdevon ist dessen obere und ein Teil der unteren Abteilung vertreten. Unter dem hier bis 7 m mächtigen Hauptquarzit (q) lagert eine Schichtenfolge von Kalkknotenschiefern (k^1), deren in der Schichtungsebene eingestreute kuglige Kalkknoten höchstens Faustgröße erreichen und mit der Schiefermasse innig verflößt sind. Im Hangenden des Quarzits folgt dann eine etwa 6,5 m mächtige Schichtenfolge von Kalkknotenschiefern (k^2), die der im Liegenden des Quarzits lagernden Folge sehr ähnlich sind, nur daß die einzeln eingestreuten Kalkknoten noch größer (bis 15 cm größter Durchmesser) und in der Regel weniger kuglig als flach linsenförmig gestaltet sind. Darauf folgt ein dunkel- bis hellgrauer griffelig spaltender Tonschiefer (s^2) von etwa 5,5 m Mächtigkeit, der scharf gegen die nun folgenden, hier etwa 5 m mächtigen Rußschiefer (r) des Untersten Culms abschneidet. Auf letzteren folgen Tonschiefer (c), denen einzelne Grauwackenbänke eingelagert sind, ganz so, wie es im Mühltale der Fall ist. Der Rußschiefer ist auch hier am Ausgehenden rötlichweiß ausgebleicht, zeigt aber nach kurzem Schürfen das typische rußige Schwarz des unverwitterten Gesteins, das im bergfeuchten Zustande oft kohlschwarz abfärbt. Im Gegensatz zu den Rußschiefern des Mühltales, die im Ausgehenden in parallelepipedische Stücke zerfallen, besitzen an dieser Stelle die Rußschiefer eine ausgesprochen schieferig-blätterige Absonderung.

Der untere Horizont der Rußschiefer enthält in einer Mächtigkeit von etwa 1 m zahlreiche Phosphoritkonkretionen ganz unregelmäßig im Schiefer eingesprengt, die sich nur äußerst selten glatt aus der Schiefermasse herauslösen lassen, meist hingegen mit letzterer fest verwachsen sind und sich dann auf der Oberfläche der Schiefertafeln durch buckelförmige Erhebungen anzeigen. In ihrer äußeren Gestalt gleichen sie durchaus denen des Mühltales, indem neben runden oder ellipsoidischen auch unregelmäßig knollige Konkretionen vorkommen.

Das in diesem Bahneinschnitt gebotene Profil gibt ein außerordentlich deutliches Bild der Störungen, von denen das Oberdevon und der ihm konkordant übergelagerte Untere Culm in jener Gegend betroffen wurden. Die dortigen Dislokationen setzen sich zusammen aus einem scharf gefalteten Sattel des Oberdevons, der den südöstlichsten Teil des Einschnittes einnimmt und sich namentlich an den Quarziten ausprägt, welche den Kalkknotenschiefern des Oberdevons eingeschaltet sind, sowie aus einer steilen im Bahnniveau 175 m breiten Mulde. Unweit des nordwestlichen Hauptflügels dieser Mulde taucht der Rußschiefer nochmals in Form eines kleinen schön geschwungenen Sattels über das Niveau der Bahnlinie empor, so daß dadurch die Mulde in eine Haupt- und eine kleinere Nebenmulde gegliedert wird.

Fig. 1. Profil im Eisenbahneinschnitt am Südfuss des Gleitsches.

Oberdevon. Unterculm.

s^1 s^2 = hangende Tonschiefer; k^1 = Schiefer mit kleinen, k^2 = Schiefer mit großen Kalkknoten; q = Hauptquarzit, V V = Verwerfungen. c = stark gefaltete Tonschiefer mit wenig Grauwackenbänken; r = Rußschiefer mit Phosphoritkonkretionen. d = diluviale Schotterterrasse der Saale; b = Brücke.

Während sich diese Tektonik noch in der Lagerung der Rußschiefer des Unteren Culms auf das deutlichste widerspiegelt, sind die Tonschiefer im Innern der Mulde durch den Gebirgsdruck derart gefaltet und von Transversalschieferung betroffen worden, daß ihre normale Synklinal-Stellung verwischt erscheint. Die horizontal abgeschnittenen Schichtenköpfe des Devons und des Culms werden von einer diluvialen Schotterterrasse der Saale in einer Mächtigkeit von 2—2,5 m überlagert, die sich aus in Lehm eingebetteten Saalegeröllen aufbaut.

An organischen Resten lieferten die Konkretionen dieses Fundortes nur schlecht erhaltene Radiolarien. Im Rußschiefer selbst fanden sich ganz vereinzelte Reste von *Araucarioxylon Ungeri* Schenk die in Phosphorit petrifiziert waren, deren Erhaltungszustand aber ein sehr schlechter war.

3. Profil am Westabhang des Schluffes gegenüber von Kaulsdorf a. Saale.

Am linken Ufer der hier einen engen Bogen nach Westen schlagenden Saale, ungefähr gegenüber den südlichsten Häusern von Kaulsdorf wird durch den östlichen Steilabfall des Schluffes nach dem Flusse zu das Profil eines SW.—NO. streichenden Oberdevonsattels bloßgelegt, dessen südöstlicher Flügel unter den ihm konkordant aufgelagerten Unteren Culm untertaucht. Die hangendsten Stufen des Oberdevons sind hier ganz ähnlich wie im westlich benachbarten Eisenbahneinschnitt südlich vom Gleitsch und wie im Mühltale bei Obernitz ausgebildet. Das unterste Glied der Culmformation, die Rußschiefer, zeichnen sich durch einen auffallend hohen Gehalt an Schwefelkies aus, der sich durch aus dem dortigen Schiefer entspringende, stark vitriolhaltige Quellen, durch sulfatische Ausblühungen am Ausgehenden des Gesteines, sowie durch die starke Verwitterung der Schiefer kenntlich macht. Eine große Halde am Bergeshange deutet darauf hin, daß man diese Schiefer ähnlich wie die in der Nachbarschaft ziemlich verbreiteten silurischen Alaunschiefer früher auf Alaun verarbeitet hat.

In diesen Schiefern finden sich vereinzelt kuglige Phosphoritkonkretionen, die jedoch hier am Ausgehenden der Verwitterung meist so stark verfallen sind, daß es schwer gelingt,

ein vollständiges Exemplar aus dem Gestein herauszulösen. Die Dünnschliffe, die von den noch ziemlich frischen Kernen solcher Konkretionen angefertigt wurden, ließen eine Fülle von Radiolarien erkennen.

4. Profil bei Lehesten.

(Hierzu Profil Fig. 2.)

Im Bereiche des von E. Zimmermann aufgenommenen, leider aber noch nicht zur Publikation gelangten, Blattes Lehesten und teilweise auch auf dessen nördlichem Nachbarblatte Probstzella der geologischen Spezialkarte von Preußen und den thüringischen Staaten ist der Tonschiefer des Unteren Culms für weite Strecken in einer Art und Weise zur Ausbildung gelangt, die ihn zu einem ausgezeichneten und vielbegehrten Dachschiefer macht. So gleichförmig die petrographische Beschaffenheit dieses Schichtenkomplexes ist, so kompliziert sind die tektonischen Verhältnisse jener auch von ihnen zusammengesetzten Landstriche. Die Klarlegung derselben ist in erster Linie E. Zimmermann zu verdanken, welcher in seinem Aufsatze: „Schichtenfolge und Gebirgsbau auf dem Blatte Lehesten[1]“ die Ursachen des dortigen komplizierten Aufbaus erörterte.

Zu normalen Faltungen und mit Verwerfungen verbundenen Spalten gesellen sich sehr häufig Faltenüberkippungen sowie Fältelungen und Knickungen im kleinsten Maßstabe, um das geologische Bild zu einem sehr verwickelten zu gestalten, welches dann noch durch eine außerordentlich deutlich ausgeprägte Transversalschieferung verschleiert zu werden pflegt.

Alle diese Schwierigkeiten konzentrieren sich in den Örtelsbrüchen bei Lehesten, wo der Horizont der Phosphoritkonkretionen an verschiedenen Stellen bloßgelegt ist und uns eine überaus große Zahl dieser Konkretionen geliefert hat. Dieselben erwiesen sich bei späterer mikroskopischer Untersuchung als reich an Radiolarien. Ihre große Zahl ist es, die den hohen Kieselsäuregehalt des Phosphorites dieser Kon-

[1] Jahrb. d. k. preuß. geol. Landesanst. u. Bergakad. 1898. p. LX. sowie E. Zimmermann, Schichtendurchschnitt bei Lehesten. Beilage zu dem Vortrage: Die geologische Kartierung der Gegend von Lehesten.

kretionen bewirkt, der, wie in einem früheren Abschnitte gezeigt wurde, bis auf 58,75 % steigen kann. Die Rußschiefer besitzen ebenfalls einen nicht geringen Gehalt an Phosphor-

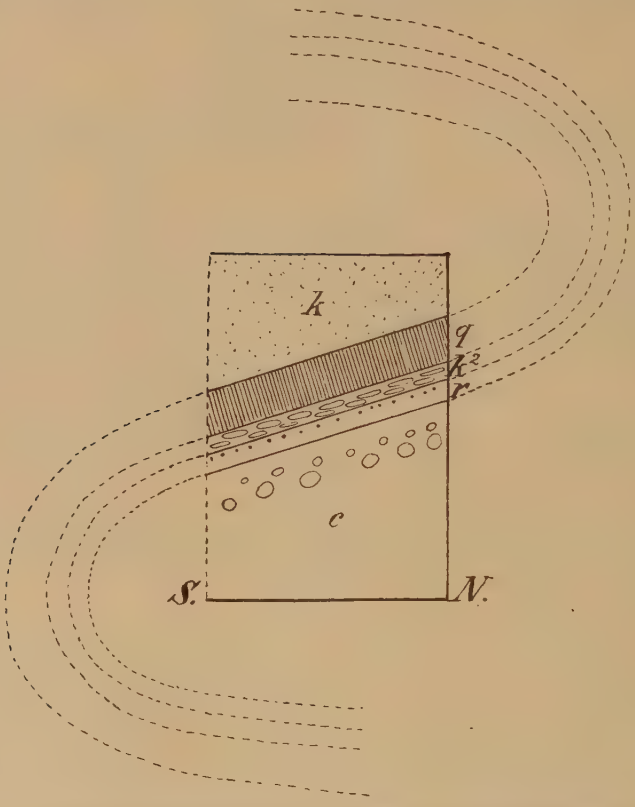

Fig. 2. **Profil an der Westwand des „Friedrichsbruches" bei Lehesten.**

Oberdevon.

k = hellgrünlichgrauer Kalk; q = dunkelblauer, quarzitischer Sandstein; k^2 = blauer Schiefer mit breiten, flachen Kalkknoten.

Unterculm.

r = Rußschiefer mit kugelrunden Phosphoritkonkretionen; c = blauer Schiefer mit schichtweise gehäuften, sehr großen Schwefelkieskonkretionen, die in jeder einzelnen Schicht ziemlich gleichbleibende Größe besitzen.

säure, der bis 0,48 % beträgt. In ihnen findet sich als Seltenheit der von E. Weiss[1] aus dem Schieferbruch des Bärensteines beschriebene schöne Farnwedel, *Sphenopteris Guilelmi*

[1] Jahrb. d. k. preuß. geol. Landesanst. u. Bergakad. 1883. p. 95, 96.

imperatoris Weiss, außerdem noch *Lepidostrobus* cf. *Faudelii*[1], sowie große, aber schlecht erhaltene Calamiten.

Viel übersichtlicher als in den Örtelsbrüchen sind die geologischen Verhältnisse in dem benachbarten Friedrichsbruch aufgeschlossen. Ihnen liegt eine überkippte Falte zugrunde, an der sich Oberstes Devon und Unterer Culm beteiligen und welche erzgebirgische, also nordöstliche Streichrichtung besitzt. Die ungefähr rechtwinkelig darauf gerichtete westliche Wand des Bruches schneidet, wie schon E. Zimmermann erwähnt[2], den Mittelschenkel dieser liegenden Falte an, so daß ihr oberstes Drittel aus Oberdevon, der darunter liegende Teil der Bruchwand aus Unterstem Culm besteht (vergl. hierzu Profil 2). Das Oberdevon beginnt von der Erdoberfläche aus mit hellgrünlichgrauem Kalk (k), unter dem eine Bank von blauschwarzem quarzitischen Sandstein (q) folgt. Die Grenzzone nach dem jetzt zum Liegenden des Oberdevons gewordenen Unteren Culm bildet ein dunkelblauer Tonschiefer mit breiten, flachen Kalkknoten (k^2). Der Unterste Culm selbst beginnt mit den hier etwa 5 m mächtigen Rußschiefern, von den Schieferarbeitern „dunkle Ware“ genannt. Den liegendsten, jetzt scheinbar hangendsten Schichten dieser Rußschiefer sind zahlreiche kugelrunde Phosphoritkonkretionen eingestreut, die unmittelbar an der Grenze nach dem Oberdevon einen ungefähr 1 m mächtigen Horizont bilden. Die Rußschiefer gehen ohne scharfe Grenze in einen dunkelblaugrauen Dachschiefer über, der Konkretionen von Schwefelkies führt, welche von den Arbeitern „Kieskälber“ oder „Säue“ genannt werden und die 1, ja 2 m Durchmesser erreichen können.

Die Phosphoritkonkretionen der Rußschieferzone dieses Bruches zeigen eine sonst nirgends in diesem Grade beobachtete Gleichförmigkeit ihrer Gestaltung, indem diese an sämtlichen von uns gesammelten oder uns zur Verfügung gestellten Exemplaren die Formen vollkommener Kugeln aufwies, deren Durchmesser bis zu 5 cm betragen kann.

Von organischen Resten waren in diesen Knollen nur Radiolarien nachweisbar, die in ziemlich großer Zahl die

[1] E. Zimmermann, l. c. p. LXX.

[2] Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **54**. p. 410. 1902.

Phosphoritsubstanz erfüllen und wie bei den oben erwähnten Vorkommnissen in den Örtelsbrüchen auch hier einen hohen Kieselsäuregehalt der Konkretionen bedingen.

5. Die phosphoritführenden Rußschiefer des Loquitztales unterhalb Probstzella.

Von oberhalb Probstzella bis zu ihrer Einmündung in die Saale südlich von Saalfeld durchfließt die Loquitz eine stark kupierte Berglandschaft, in welche sie sich ein bis 250 m tiefes, steilwandiges Tal eingeschnitten hat. Aus dem Gebiete des ältesten Paläozoikums tritt dasselbe bei Probstzella in den Bereich des Mittel- und Oberdevons und des Culms. Infolgedessen pflegen von hier aus in dem großen nach Westen gerichteten Bogen der Loquitz bis nach der Gegend von Unterloquitz die basalen und mittleren Teile des rechten Talgehänges aus Mittel- und Oberdevon und die Flächen des bergigen Hochlandes aus Unterem Culm zu bestehen. Dahingegen fehlt auf der gegenüberliegenden, also linken Talseite, wegen des im allgemeinen gegen Südosten gerichteten Fallens der gesamten Schichten der Culm bis auf einige größere Partien bei Probstzella und Unterloquitz vollständig. Das von K. Th. Liebe und E. Zimmermann während der Jahre 1883—1886 geologisch aufgenommene Blatt Probstzella der geologischen Spezialkarte von Preußen und den thüringischen Staaten gibt ein plastisches Bild dieser Verhältnisse und hat nebst den zugehörigen Erläuterungen unserer Darstellung zugrunde gelegen. Auf den hohen culmischen Bergen, welche die Loquitz namentlich auf ihrem rechten Ufer begleiten, sind, und zwar meist unmittelbar an der Grenze zwischen Oberdevon und Unterculm, in letzterem zahlreiche Steinbrüche angesetzt, deren mächtige Halden sich überall an den Steilgehängen des Tales und seiner Seitentäler hinziehen. Der Dachschiefer, der hier gebrochen wird, gehört ganz wie der aus der Gegend von Lehesten den unteren Stufen des Unteren Culms an. Konkordant auf dem Oberdevon, dessen hangendste Glieder aus Kalkknotenschiefern und Quarzitbänken sich aufbauen, lagern auch hier als liegendste Stufe des Unteren Culms die Rußschiefer, die ohne scharfe Grenze in den darauf folgenden eigentlichen Dachschiefer übergehen.

Der Rußschiefer führt auch hier in seinen unteren Horizonten, wenngleich nicht eben zahlreich, Phosphoritkonkretionen, von denen mir neben eigener Ausbeute noch eine größere Anzahl von R. Richter stammende Stücke aus der Sammlung des herzoglichen Realgymnasiums zu Saalfeld vorlagen. In ihrem äußeren Habitus und in ihrer Form gleichen sie durchaus denen aus den Örtelsbrüchen bei Lehesten, mit welchen sie auch in ihrer speziellen chemischen Zusammensetzung, sowie ferner in bezug auf ihre Verbandsverhältnisse mit dem Nebengestein durchaus übereinstimmen.

Aus den Rußschiefern dieser Brüche wurden mir selbst keine Pflanzenreste bekannt, die sich, falls überhaupt vorhanden, wegen der Kreuzung von Schieferung und Schichtung meist nicht mehr bemerkbar machen. Dahingegen berichten Liebe und Zimmermann über von ihnen aufgefundene, „in Gümbelit umgewandelte und dünn zusammengequetschte, aber z. T. recht ansehnliche (bis $\frac{1}{2}$ dm Breite), dichotom gegabelte Stammstücke und Farnstielfragmente ohne erhaltene innere Textur, von denen nur ein *Lepidodendron* der Gattung nach, alles übrige gar nicht bestimmbar war, wenn man auch geneigt ist, vieles zu *Aporoxylon* zu ziehen“ (l. c. p. 36). Einer etwas höheren Stufe der Dachschiefer hingegen entstammt jene kleine Flora, die K. v. Fritsch von dort beschrieben hat.

Die Phosphoritkonkretionen aus dem Ausstreichen dieser Rußschieferzone führten wie bei Lehesten zahlreiche Radiolarien, die sich jedoch zumeist so fragmentär erwiesen, daß ihre genauere Bestimmung nicht möglich war.

6. Profil nördlich von Zadelsdorf bei Zeulenroda.

Inmitten einer Hochebene, gebildet aus den Schiefern des Unteren Culms, streicht bei Zadelsdorf[1] ein Sattel von oberdevonischen Cypridinenschiefern zutage, dessen Achse erzgebirgische Streichrichtung verfolgt. Obwohl bei dem plateauartigen Charakter der Landschaft, der tiefere Taleinschnitte fehlen, in diesem Gebiete gute Aufschlüsse im

[1] Vergl. Blatt Zeulenroda der geologischen Spezialkarte von Preußen und den thüringischen Staaten nebst Erläuterungen von K. Th. Liebe.

Untergrund nicht vorhanden sind, läßt sich doch nach den Lesesteinen auf den Feldern folgendes Profil erkennen. Der Oberdevonsattel wird aufgebaut von matten, dunkelgrauen Schiefern, die an manchen Stellen eine auffallende Rötung erkennen lassen, auch öfters sich durch Führung von Kalkknoten auszeichnen. Im Hangenden dieser Schiefer folgt, konkordant auflagernd, ein sehr schwacher Komplex von schwarzgrauem Kalk, dessen Mächtigkeit 0,5 m nicht übersteigt, dessen Vorhandensein daher beim Begehen der Felder öfters übersehen wird, der aber auch nicht überall entwickelt zu sein scheint. Der Foraminiferenreichtum dieses Kalkes macht es wahrscheinlich, daß wir es hier bereits mit einem Vertreter des Kohlenkalkes zu tun haben. Auf diesem Kalk bezw. direkt auf den Schiefern des Oberdevons lagert dann konkordant das mächtige, aber äußerst einförmige System der Culmschiefer mit in den unteren Horizonten spärlich verteilten Grauwackenbänkchen, während die eigentlichen Rußschiefer hier fehlen dürften. Im liegendsten Horizonte dieses Unteren Culms, also direkt oberhalb des Kohlenkalkes, wo er vorhanden, finden sich in dem dunkelgrauen Tonschiefer zahlreiche Kieselphosphoritkonkretionen eingelagert, die sich auf den Feldern um Zadelsdorf zahlreich in Bruchstücken verstreut finden, seltener jedoch in unversehrten Exemplaren gefunden werden.

Vorwiegend zeigen letztere eine flach ellipsoidische, fladenförmige Gestalt, während rundliche Formen weniger häufig vorkommen. Ihre Dimensionen schwanken in weiten Grenzen, indem neben haselnußgroßen Knollen flache Fladen von bis 20 cm größtem Durchmesser sich finden.

Aus den p. 73 angeführten Analysen dieser Konkretionen ergibt sich, daß letztere einen im Gegensatz zu den anderweitigen Phosphoritknollen auffallend hohen Gehalt an Kieselsäure aufweisen, so daß ihre Substanz als Kieselphosphorit zu bezeichnen ist.

An fossilen Resten haben die Konkretionen von Zadelsdorf eine ziemlich reiche, hochwillkommene Ausbeute geliefert. Die meisten derselben wurden mir, wie bereits oben dankend anerkannt, durch die Freundlichkeit des Herrn Dr. Löscher aus der von K. Th. Liebe zusammengebrachten geologischen

Landessammlung des Fürstentums Reuß j. L. zu Gera behufs Bearbeitung zur Verfügung gestellt. Diese im paläontologischen Teil dieser Arbeit beschriebenen Fossilien verteilen sich auf folgende Arten: *Zaphrentis* Raf., *Orthoceras scalare* Goldf. (*dactyliophorum* de Kon.), *Glyphioceras princeps* de Kon., *Gl. sphaericus* Mart., *Goniatites fasciculatus* Mc Coy, *Pronorites cyclolobus* Phill.

7. Der Konkretionen von Kieselphosphorit führende Untere Culm südlich von Weida.

Die südöstliche Flanke[1] der großen, in erzgebirgischer Richtung streichenden ostthüringischen Culmzone, die sich nach Nordost bis jenseits Weida erstreckt, wird im Südwesten dieser Stadt, in der Gegend von Döhlen, von einer parallelen, schmalen und steilen Nebenmulde derselben Formation begleitet. Diese erreicht eine Länge von 4 km und westlich von Dörtendorf eine Maximalbreite von nur 400 m. Das Liegende der sie aufbauenden Culmschiefer sind hier die typischen oberdevonischen Tonschiefer oder Kalkknotenschiefer, zuweilen auch, wohl infolge übergreifender Lagerung von seiten des Unteren Culms, die Schiefer des Mitteldevons. An den Böschungen der Wege, die das Gebiet dieser Culmmulde durchschneiden, sowie auf den benachbarten Feldern finden sich zahlreiche Kieselphosphoritkonkretionen verstreut. Die liegendsten Schiefer dieses Unteren Culms, welche diese Knollen führen und nach Analogie mit der sonstigen Entwicklung des ostthüringischen Unteren Culms die Stufe der Rußschiefer repräsentieren müßten, scheinen nicht immer als typische Rußschiefer ausgebildet gewesen zu sein, wenn sie auch dort, wo sie anstehen und Phosphoritkonkretionen bergen, hellgrau ausgebleicht erscheinen.

Die Konkretionen selbst besitzen teils rundliche, teils ellipsoidische Formen und erinnern in ihrem äußeren Habitus durchaus an die soeben beschriebenen von Zadelsdorf.

---

[1] Vergl. Blatt Weida der geologischen Spezialkarte von Preußen und den thüringischen Staaten von K. Th. Liebe und E. Zimmermann; ferner deren Übersichtskarte in K. Th. Liebe, Übersicht über den Schichtenaufbau Ostthüringens.

Der äußerst geringe Phosphorsäuregehalt derselben, welcher nur 0,65 % beträgt, erscheint sehr auffallend. Ebenso der ungewöhnlich hohe Kieselsäuregehalt, der sich nicht direkt auf eine besonders reiche Führung von Radiolarien zurückführen läßt, da diese in den vorliegenden Konkretionen eine verhältnismäßig nur sehr geringfügige Rolle spielen.

B. Im Vogtlande.

Wenn schon in Ostthüringen das Verständnis der Gebirgsglieder durch zahlreiche Dislokationen oft auf das äußerste erschwert ist, so ist dies in noch höherem Maße im Vogtlande der Fall. Durch das Zusammentreffen jener beiden sich senkrecht kreuzenden Sattelungen, die das Erzgebirge und den Frankenwald emporwölbten, und durch die sie begleitenden Verwerfungen sind die Gebirgsglieder des Vogtlandes in einer Weise zusammengestaucht und verschoben worden, daß man nur mit größter Mühe zum Verständnis der Tektonik gelangen kann. Doch vermochte ich, unterstützt durch die freundlichen Ratschläge des die Geologie jenes ganzen Gebietes beherrschenden Prof. E. Weise in Plauen, auf den zahlreichen Exkursionen, die ich in diese Landstriche unternahm, auch hier an verschiedenen Stellen das Auftreten des phosphoritführenden Horizontes im Unteren Culm festzustellen. Leider ist hier überall die unterste Stufe des Culms selten so deutlich aufgeschlossen, daß man ein genaues Bild des Aufbaues dieser Stufe konstruieren könnte. Bei dem Versuche einer spezielleren Gliederung des Untersten Culms wirkt noch der Umstand erschwerend, daß die für die liegendste Stufe so charakteristischen Phosphoritknollen, wo sie überhaupt auftreten, im Vergleich zu Ostthüringer Vorkommnissen außerordentlich dünn gesät sind, so daß sie auch beim genauesten Begehen des Geländes leicht übersehen werden können. Am häufigsten erwies sich noch ihr Vorkommen beim Schafhaus nördlich von Raschau bei Ölsnitz, während die übrigen Fundstellen eine viel geringere Ausbeute lieferten.

Außerdem gelang es mir in den von F. Leyh (l. c. p. 516 u. 557) aus dem Unteren Culm des Geigenbruches bei Hof erwähnten schwarzen, kugeligen Konkretionen solche von Phosphorit zu erkennen.

1. Profil durch die Culminsel beim Schafhaus nördlich von Raschau.

Nördlich von Raschau-Ölsnitz[1] taucht über den dort herrschenden devonischen Schichten eine kleine Culminsel auf, deren nordwestlicher Zipfel von der Plauen-Ölsnitzer Straße durchkreuzt wird. Ungefähr in der Mitte der Felder, deren Untergrund von diesem Culm gebildet wird, liegt das zu Raschau gehörige Schafhaus. Obwohl kein Aufschluß vorhanden ist, der es gestattet, anstehendes Gestein zu untersuchen, so kann doch nach den Lesesteinen, die sich aus den typischen schwarzen bis dunkelgrauen, z. T. ausgebleichten Culmschiefern zusammensetzen, kein Zweifel über die Altersdiagnose dieser Schiefer bestehen. Das Liegende dieser Culmtonschiefer, die eine flache Mulde mit NW.—SO.-Streichrichtung bilden, wird von Tonschiefern des Oberdevons mit den charakteristischen Diabaskonglomeraten und Kalkeinlagerungen gebildet. Zwischen den Schieferbruchstücken des Unteren Culms finden sich über das ganze Feld verstreut, besonders zahlreich aber zwischen dem Schafhaus und der Plauen—Ölsnitzer Straße, Phosphoritkonkretionen und deren Bruchstücke in ziemlich großer Zahl. Bei der flachen Lagerung des Culms dieser kleinen Mulde ist es wahrscheinlich, daß in ihr nur der unterste Komplex dieser Formation vertreten ist, wofür auch nach Analogie mit besser aufgeschlossenen Culmvorkommnissen das reichliche Vorhandensein jener Culmphosphorite spricht. Dagegen ließ sich eine besondere eigenartige Ausbildung der Schiefer dieser tiefsten Schichten im Gegensatz zu den höheren Horizonten des Unteren Culms, etwa ähnlich dem Rußschiefer Ostthüringens, an dieser Stelle nicht konstatieren.

Die äußere Gestalt der Phosphoritkonkretionen zeigt die größten Verschiedenheiten. Rundliche bis flach ellipsoidische Formen, daneben Bruchstücke von großen, flachgedrückten Lentikulärmassen sind gleichmäßig vertreten.

Von organischen Resten wurden in ihnen nur Radiolarien beobachtet, diese aber in einer solchen Fülle, daß man nach den Ergebnissen der Dünnschliffuntersuchungen die Substanz

[1] Vergl. Sektion Plauen-Ölsnitz der geologischen Spezialkarte des Königreichs Sachsen nebst Erläuterungen von E. Weise.

dieser Konkretionen geradezu als Radiolarienphosphorit bezeichnen muß. Da das Innere der kieseligen Gehäuse dieser Protozoen mit Kieselsäure ausgefüllt ist, so besitzen diese Knollen eine außerordentliche Härte und erinnern dadurch sehr an die Substanz der Kieselschiefer. Die Ähnlichkeit mit letzteren wird noch vermehrt durch den flach muscheligen Bruch, sowie durch die häufige Durchtrümerung mit Quarzadern, welche diesen Konkretionen eigentümlich ist.

2. Die phosphoritführenden Schiefer südöstlich von Mühltroff.

Der südwestliche Quadrant der im Westen an Sektion Plauen-Ölsnitz anstoßenden Sektion Pausa-Mühltroff, deren geologische Aufnahme leider noch nicht beendet ist, wird größtenteils eingenommen von der unteren Abteilung der Culmformation, welche sich in breitem Streifen von Greiz aus über Mehltheuer nach Südwesten erstreckt. Dunkle, z. T. glimmerreiche Tonschiefer setzen die liegendsten Horizonte der Formation zusammen, denen nur wenige Grauwackenbänkchen eingeschaltet sind. Nach einer Beobachtung nordwestlich von Rodau wird der Untere Culm von oberdevonischen Diabastuffen unterlagert.

Ganz vereinzelt fanden sich in diesen Culmschiefern Phosphorite, und zwar in etwas größerer Zahl an folgenden Stellen:

1. An der Ostböschung des Kommunikationsweges von Tobertitz nach Rodau, direkt an der Südgrenze der Sektion.

2. Im Dorfe Rodau an einem Aufschluß nördlich der Dorfstraße.

3. Am südwestlichen Dorfausgang von Kornbach.

4. Im Eisenbahneinschnitt zwischen Geyersberg und Ülm, zwischen den Stationen Mehltheuer und Schönberg der Leipzig—Hofer Eisenbahn, nahe der Ostgrenze der Sektion.

Die an den drei erstgenannten Stellen gesammelten Phosphoritknollen stimmen in ihrem äußeren Habitus ganz überein. Sie sind meist flach ellipsoidisch bis brotlaibförmig gestaltet und sämtlich außergewöhnlich klein, indem sie höchstens bis 3 cm im Durchmesser erreichen. Da die erwähnten Aufschlüsse schon sehr lange bestehen, so sind die Schiefer sowie die in ihnen steckenden Konkretionen hellgrau ausgebleicht, ohne daß letztere ihr festes Gefüge verloren hätten. Der

Verwitterungsprozeß dokumentiert sich außer in der Bleichung auch in dem sehr geringen Phosphorsäuregehalt, der im höchsten Falle nur noch 0,15 % beträgt. Die Oberfläche der Konkretionen zeigt sich oft bedeckt mit kleinen, würfelförmigen Vertiefungen, die von ausgewitterten Eisenkieshexaedern herrühren.

Die Konkretionen, die an dem letzten der oben aufgeführten Fundpunkte gesammelt wurden, unterscheiden sich wesentlich von den eben beschriebenen. In ihrer äußeren Gestalt gleichen sie auffallend denen von Zadelsdorf (p. 100) und sind als breite, flache Linsen und Fladen dem Schiefer in dessen Schichtungsebene eingelagert.

Organische Reste außer schlecht erhaltenen Radiolarienskeletten wurden in den phosphoritarmen Geoden dieses ganzen Gebietes nicht aufgefunden.

IV. Betrachtungen über die Bildung der culmischen Phosphoritknollen.

Wenn wir versuchen, die Genesis von konkretionären Gebilden innerhalb der geologischen Formationsreihe zu erklären, so liegt es nahe, nach den Bedingungen zu suchen, unter denen solche noch heute entstehen. Konkretionen, die wesentlich aus Phosphorit sich aufbauen, sind in den letzten Jahrzehnten häufig bei Tiefseeexpeditionen durch Dredschzüge auf dem Boden des Ozeans angetroffen worden, und zwar vor allem durch die englische Tiefseeexpedition des Challenger in den Jahren 1873—1876 genauer bekannt geworden. An den 3 Stationen No. 141, 142 und 143[1], die beiden ersteren am äußeren Ende der Agulhas-Bank, südlich des Kaps der guten Hoffnung, die letzte schon in der Tiefsee, ungefähr 100 englische Meilen südöstlich dieser Bank, brachte das Dredschnetz des Challenger eine große Anzahl von rundlichen oder unregelmäßig geformten Konkretionen von gewöhnlich 1—3 cm, seltener von 4—6 cm größtem Durchmesser, empor. Die Grundmasse dieser Konkretionen besteht hauptsächlich aus Phosphaten, in welche Glaukonit und andere

[1] The Voyage of H. M. S. „Challenger". Report on the Deep-sea Deposits by John Murray and F. Renard. p. 391. London 1891.

Mineralkörner nebst Resten mikroskopischer Organismen eingebettet liegen. Die Konkretionen selbst sind zähe und hart, indem ihre Grundmasse trotz ihres erdigen Aussehens die Härte 5 besitzt.

Die chemische Zusammensetzung dieser Knollen ergibt sich aus folgender Analyse (l. c. p. 392):

No. 73. Station 143. 1900 Faden Tiefe.

P_2O_5	23,54
CO_2	10,64
SO_3	1,39
SiO_2	2,56
CaO	40,95
MgO	0,83
Fe_2O_3	2,79
Al_2O_3	1,43
Verlust	3,65
Unlösl. Rückst.	11,93
Sa.	99,71

Der unlösliche Rückstand setzt sich zusammen aus:

SiO_2	76,58
Al_2O_3	13,85
Fe_2O_3	7,93
CaO	1,27
MgO	1,18
Sa.	100,81

Bei der mikroskopischen Untersuchung von Dünnschliffen dieser Konkretionen ergab sich eine ganz bestimmte Abhängigkeit der letzteren von der Natur der Ablagerung, in welcher sie sich gebildet hatten. In ihnen allen ist Calciumphosphat als Hauptbestandteil vorhanden, ihr Unterschied besteht nur in der Natur und Menge der verschiedenartigen von demselben verkitteten Partikel. Im glaukonitreichen Grünsand der Station 142 bestanden diese Knollen zu fast $\frac{2}{3}$ aus Körnchen von Glaukonit, Quarz und Silikaten, während bei solchen der nächsten Station No. 143, die im Globigerinenschlamm eingebettet waren, Foraminiferenreste überwogen. Im ersteren Falle spielt das Phosphat bloß die Rolle eines verkittenden Zementes zwischen den einzelnen Mineralkörnern, während im letzteren Fall das Phosphat nicht allein die Schalen verkittet, sondern auch in die Hohlräume derselben eingedrungen ist und sehr gewöhnlich eine mehr oder weniger

vollständige Pseudomorphose des Calciumcarbonates der Foraminiferenschalen in Calciumphosphat bewirkt hat. Das Phosphat bildet in diesem Falle größere Flecken im Dünnschliff, welche Organismen und kleine Mineralpartikel umschließen, aber strukturlos sind. Infolge ihres großen Gehaltes an fremdartigen Einschlüssen erscheinen diese Phosphatflecken im durchfallenden Licht schwach braun. Oft sind dieselben kranzartig umgeben von einer Zone, deren Aussehen und Struktur lebhaft an konkretionäre Kalkphosphate erinnert. Man könnte mit Murray vermuten, daß die Grundmasse beim Festwerden die organischen und mineralischen Substanzen des Sedimentes in sich konzentriert und dabei mikroskopische, leere Räume hinterlassen hat, welche in der Folge von homogenerem Calciumphosphat ausgefüllt wurden, das in seiner Erscheinungsweise den oben erwähnten peripherischen Kränzen mancher Geoden gleicht. Diese letzt entstandenen Zonen sind, da sie aus reinerer Substanz bestehen, durchsichtiger, schwach gelblich, und besitzen die radialfaserige Struktur mancher anderer konkretionärer Gebilde.

Bei dem Vergleiche dieser rezenten Phosphatknollen mit den culmischen des Frankenwaldes und Ostthüringens drängen sich zahlreiche Analogien auf. Die Analysen ergeben zum mindesten das Vorhandensein der nämlichen Elementarbestandteile, teilweise aber sogar auch eine prozentuale Übereinstimmung, vor allem in der Menge des wichtigsten derselben, des Calciumphosphates.

Ähnlich sind die Vergleichsresultate der mikroskopischen Prüfung. Wenn auch in den Konkretionen unseres Culms Foraminiferengehäuse vollständig fehlen, was freilich nicht berechtigt, auf ihr Nichtvorhandensein bei Bildung der Phosphorite zu schließen, so findet sich statt deren in den beschriebenen culmischen Konkretionen eine oft außerordentliche Fülle von Radiolarienskeletten, deren bei weitem widerstandsfähigere Kieselgehäuse der Auflösung und der Pseudomorphose in Phosphate nicht unterlegen sind, und die innerhalb ihrer Gitterkugel, wie p. 82 gezeigt worden ist, in den meisten Fällen mit Kieselsäure ausgefüllt sind.

Ferner beobachtet man, ebenso wie bei den rezenten, so auch in den culmischen Phosphoriten oft die charakteristisch

girlandenartigen Streifen und Bänder von Calciumphosphat mit ihrer typischen radialfaserigen Struktur.

Auf Grund derartiger Analogien darf man vermuten, daß beide so verschiedenalterigen Konkretionen ungefähr die gleiche, also diejenigen des Culms eine ähnliche Entstehung haben, wie die rezenten Phosphatknollen, die vom Challenger und später auch von der Deutschen Valdivia-Expedition auf dem Meeresgrunde angetroffen wurden.

Einen wichtigen Fingerzeig für die Entstehungsgeschichte der Konkretionen der Subcarbonzeit gibt die Art des Vorkommens und der Verbreitung der Phosphatknollen auf dem Boden der heutigen Meere. An ihrer Fundstätte, z. B. auf der Agulhas-Bank im Süden des Kaps der guten Hoffnung, treffen warme und kalte Strömungen zusammen, welche sich außer durch die Temperatur, auch noch durch verschiedenen Salzgehalt unterscheiden. Bei der Mischung dieses verschiedenartigen Seewassers tritt ein Absterben der zahlreichen pelagischen Organismen ein, die zu Boden sinken und hier eine ausgedehnte Ablagerung von sich zersetzender organischer Materie bilden. Ähnliche Verhältnisse herrschen auch dort, wo sich größere Ströme ins Meer ergießen. In allen solchen Absätzen von sich zersetzenden organischen Substanzen, zu denen sich bei größerer Küstennähe auch noch terrigene Stoffe gesellen, ist die Bildungsstätte der rezenten Phosphatknollen zu suchen.

Murray und Renard sprechen sich über diesen Vorgang in den Challenger-Reports wie folgt aus (l. c. p. 397): Wie schon erwähnt, besteht die Hauptmasse der Konkretionen aus Calciumphosphat. Der Ursprung eines sehr geringen Bruchteils desselben mag vom Apatit vulkanischer Gesteine und namentlich von auf dem Meeresgrunde angehäuftem vulkanischen Staube herrühren, während für die Herbeiziehung submariner phosphathaltiger Quellen keine Begründung vorliegt, ebensowenig wie ein direkter Niederschlag aus dem Meerwasser die Bildung dieser Knollen bewirkt haben kann, da die Seewasseranalysen einen viel zu geringen Gehalt an Phosphorsäure anzeigen. Dagegen besteht die größte Wahrscheinlichkeit, daß dieselbe zu bei weitem vorwiegenden Teile denjenigen organischen Resten entstammt, die sich am Boden des Meeres anhäufen.

Wir wissen, daß Pflanzen und Tiere eine gewisse Quantität Phosphor zum Aufbau ihres Körpers brauchen. Jede Analyse einer Pflanzenasche beweist das Vorhandensein von Phosphorsäure und ebenso ist dieselbe im Tierreiche, sowohl in der lebenden Substanz, besonders bei den höheren Tieren in den Nervenzellen, als auch in den Hartgebilden der niederen und höheren Tiere stets angetroffen worden. Bei dem durch die oben namhaft gemachten Gründe herbeigeführten Absterben von pelagischen Organismen häufen sich demnach auch die in ihnen enthaltenen Phosphate auf dem Boden des Meeres an. Die so sich bildenden Ablagerungen sind der Sitz vielfacher chemischer Reaktionen unter den vereinten Einflüssen der sich zersetzenden organischen Materie und des Seewassers. Diese Vorgänge, obwohl sicherlich sehr langsam verlaufend, erzielen infolge der Dauer ihres Vollzuges und infolge der Masse der betroffenen Substanzen tiefgreifende Endwirkungen. „In diesem Schlamme (l. c. p. 398), gebildet aus den kalkigen und kieseligen Schalen von Organismen, aus den Fragmenten von Gesteinen und Mineralien, die in den Zustand einer schlammigen Masse überführt wurden, aus Eiweiß und anderen Substanzen, die von höheren Tieren herrühren, werden neue Phosphatgebilde erzeugt, mit dem Resultat, daß sich Calciumphosphat in Knöllchenform an manchen Stellen in beträchtlicher Menge anhäuft."

Der Verlauf der chemischen Reaktionen, deren Endprodukt diese Phosphatknollen sind, dürfte bei den oben gemachten Voraussetzungen nach J. Murray und Renard der folgende sein: Das fein verteilte Calciumphosphat wird durch das Seewasser wieder in Lösung gebracht und befindet sich dann höchst wahrscheinlich in einem kolloidalen Zustand. Dann genügt ein beliebiger Attraktionspunkt, etwa ein Mineralpartikel oder das mikroskopische Gehäuse eines abgestorbenen Organismus, um die Ausfällung des Calciumphosphates zu bewirken. Ist einmal diese Reaktion eingeleitet, dann wirken die abgesetzten Phosphate auf die noch in kolloidalem Zustande befindlichen als weitere energische Attraktionspunkte, solange noch Phosphatlösung im Anziehungsbereich der sich bildenden Phosphatknolle vorhanden ist. Bei diesem Bildungsprozeß werden alle in nächster Nähe des Attraktionspunktes liegende

Mineralpartikel und Organismenschalen von der Phosphatmasse mit umschlossen, mit anderen Worten, der Schlamm, innerhalb dessen die Konkretion sich bildet, wird durch Bindemittel von vorwiegend Calciumphosphat zu einer festen Knolle verhärtet. Die Schalen von kalkabscheidenden Organismen, z. B. von Rhizopoden, werden dabei häufig in Calciumphosphat umgewandelt, welches an Stelle des ursprünglichen Calciumcarbonates tritt. Soweit Murray und Renard.

Dem gleichen Bildungsprozeß, wie die rezenten, müssen auch die fossilen Phosphatknollen ihren Ursprung verdanken, die sich in den verschiedensten Niveaus der Formationenreihe wiederholen.

Für die verhältnismäßig jungen, nämlich mitteloligocänen Phosphoritknollen der Leipziger Gegend hat H. Credner (l. c. p. 18) eine ähnliche, wenn auch durch die in diesem Falle hinzutretende Mitwirkung von Ammonsalzen kompliziertere Entstehung nachgewiesen und durch Experimente erläutert. Hier wurden die Kalkschalen der Mollusken durch kohlensäurehaltiges Seewasser gelöst, so daß das entstandene Calciumbicarbonat mit dem durch die Einwirkung von kohlensaurem Ammoniak auf die Fischskelette des Oligocänsandes erzeugten Ammoniumphosphat in Wechselwirkung gelangen konnte. Letzteres geschah entweder im Umkreise der die Calciumbicarbonatlösung liefernden Molluskenschalen, oder der das Ammoniumphosphat produzierenden Fischreste. In beiden Fällen erfolgte die Ausscheidung von Calciumphosphat, welches den umgebenden Oligocänsand zu phosphoritischen Knollen verkittete. Bei diesem Prozesse gingen die Schalen und Gehäuse der Mollusken verloren und hinterließen nur ihr Negativ, nämlich ihren Abdruck und Steinkern im Phosphorit.

Wesentlich einfacher und in größerer Analogie mit der Entstehungsgeschichte der vom Challenger gedredschten Phosphatknollen dürfte sich der Bildungsprozeß unserer culmischen Phosphorite gestaltet haben. Erinnert man sich der Tatsache, daß rezente Phosphatknollen von den Tiefseeexpeditionen nur in der nächsten Nähe der Kontinente angetroffen wurden, so spiegelt sich diese Vorbedingung auch in der Lagerstätte der thüringisch-vogtländischen Phosphoritkonkretionen wieder. Denn gerade in der Gegend, wo diese Knollen in der untersten

Zone des Culms, dem Rußschiefer, am reichlichsten auftreten, also in der Gegend von Lehesten, Reichenbach a. Loquitz, Eichicht und Saalfeld finden sich in diesem Rußschiefer zahlreiche eingeschwemmte Fragmente von Pflanzen, deren Vorhandensein auf eine damalige Küstennähe hindeutet. Auch die übrigen Eigenschaften der Rußschieferzone beweisen, daß ihre Entstehung unter gleichen oder ähnlichen Bedingungen vonstatten ging, wie sie heute z. B. auf der Agulhas-Bank oder im Einmündungsgebiete großer Flüsse in das Meer herrschen. Der Reichtum an kohliger Substanz, dem der Rußschiefer seinen Namen verdankt, und der sich wie oben gezeigt so weit steigern kann, daß das Gestein zuweilen rußigschwarz abfärbt, sein gleichmäßiger, durch keine andersgearteten Bänke unterbrochener Aufbau aus solcher Schiefermasse, sein hoher Gehalt an meist fein verteiltem Schwefelkies, alles dies deutet darauf hin, daß die Rußschieferzone aus einem Schlammlager hervorgegangen ist, das von sich zersetzender organischen Materie erfüllt war.

Wenngleich sich im Rußschiefer keinerlei Schalen von kalkabscheidenden Organismen finden, so ist doch zu vermuten, daß sie ursprünglich wohl vorhanden waren, daß sie aber der Lösung verfielen und daß dieses Calciumcarbonat bei der Bildung der Phosphoritkonkretionen mit ausfiel und so deren Gehalt an dieser Substanz bewirkt.

Aus der Entstehung der Rußschiefer in unmittelbarer Nähe von Flußmündungen erklärt es sich auch, daß in den in solchen Rußschiefern enthaltenen, also im Brackwasser entstandenen Phosphoritkonkretionen das in den Phosphoritknollen anderer geologischer Horizonte[1] verhältnismäßig so reiche Jod vermißt wird. Auf der anderen Seite stellt sich in derjenigen Fazies des Unteren Culms, wo dieser nicht als Rußschiefer entwickelt ist, also sowohl feinster pflanzlicher Schlammteilchen wie größerer Holzfragmente gänzlich entbehrt, ein wenn auch geringer Jodgehalt der Phosphoritkonkretionen ein. Die Gesamtheit dieser Erscheinung, wie sie sich bei Raschau im Vogtlande darbietet, weist auf eine größere Entfernung dieser Ablagerungsstätte von der damaligen Küste

[1] L. Kruft, l. c. p. 14.

hin, womit zugleich eine Anreicherung des Jods im Meereswasser Hand in Hand ging.

Die oft überraschend reiche Führung der Phosphatknollen von Radiolarienskeletten rührt daher, daß diese, in der äußerst widerstandsfähigen Phosphatmasse eingebettet, allen zerstörenden Einflüssen entrückt waren. Anders dagegen die im schlammigen Mulder in der Umgebung der Konkretionen enthaltenen Radiolarien. Auf diese wirkten zersetzende und zerstörende Vorgänge ungehindert ein, so daß man in den Dünnschliffen des Rußschiefers fast nie, und dann meist nur kaum noch sicher erkennbare Radiolarienreste findet. Deshalb bildet in Schliffen, welche außer durch die Konkretion auch noch durch das direkt angrenzende Nebengestein geführt wurden, die Grenze der Konkretion mit letzterem fast stets auch die Grenze für das Vorkommen der Radiolarien.

Die Vernichtung der Radiolarien im Rußschiefer wurde später noch dadurch gefördert und zu Ende geführt, daß nicht lange nach Ablagerung der Rußschieferzone, nämlich um die Mitte der Carbonzeit, die gesamten Schichtenkomplexe von jenen gewaltigen Störungen betroffen wurden, aus denen die frankenwäldische und vor allem die erzgebirgische Sattelung hervorging, von denen die Tektonik jenes ganzen Gebietes beherrscht wird. Eine Begleiterscheinung dieses großen gebirgsbildenden Vorganges war die Schieferung und Zerklüftung, welche die meisten Gesteine des Frankenwaldes und des Vogtlandes ergriffen hat. Diesem Schieferungsprozeß und der mit ihm verbundenen Verschiebung der kleinsten Teilchen der Schichtgesteine mußten die empfindlichen zerbrechlichen Kieselskelette der Radiolarien zum Opfer fallen, falls sie nicht in widerstandsfähigem Gesteinsmaterial eingeschlossen waren. Auf diese Weise blieben die Phosphoritkonkretionen und die in ihnen enthaltenen Radiolarien von dem Schicksal der Zerquetschung verschont, vor welchem sie die äußerst zähe Substanz und die rundliche Oberfläche der Knollen bewahren mußten, wenn dieselbe auch, sobald sie länglich-elliptische Gestaltung besaßen, wie man überall an den ausgezeichneten Aufschlüssen in den Dachschieferbrüchen bemerken kann, mit ihrem größten Durchmesser parallel der Schieferungsrichtung stellten.

Infolge des gebirgsbildenden Druckes haben sich außerdem jene kegelförmigen Hauben von strahlig angeordneter Schiefermasse gebildet, die, oft reich an kohlensaurem Kalk, nicht selten an den polaren Enden der aus dem Gestein herausgewitterten Phosphoritknolle anzutreffen sind. Der Durchmesser, welcher diese beiden Hauben verbindet, liegt immer in der Richtung der Schieferungsebene, wodurch sich diese Gebilde als eine Druckerscheinung charakterisieren.

Zugleich schuf der gebirgsbildende Druck innerhalb der Phosphoritkonkretionen Flächen geringsten molekularen Zusammenhangs, infolgedessen sie beim Zerschlagen sehr häufig in lauter von parallelen Flächen begrenzte rundliche Scheiben zerfallen.

War aber, wie es bei den Raschauer Konkretionen besonders deutlich ausgeprägt ist, eine tatsächliche Zerklüftung der Knolle eingetreten, so wurden die erzeugten Fragmente durch Quarz wieder zusammengeheilt, wodurch die von den weißen Quarztrümchen durchzogenen schwarzen Phosphoritmassen das Aussehen eines Kieselschiefers erhalten, mit dem sie früher in der Tat verwechselt worden sind.

Vita.

Ich, Johannes Eduard August Lehder, evangelischer Konfession, Sohn des kgl. Telegraphenmeisters Oswald Lehder und seiner Ehefrau Helene Lehder geb. Pauli, wurde geboren am 6. Januar 1883 zu Erfurt. Meine Vorbildung empfing ich zuerst auf den Bürgerschulen zu Erfurt und Artern a. Unstrut, dann in einer Privatschule zu Artern, worauf ich nach kurzem Besuche des Gymnasiums zu Sangerhausen das Realgymnasium zu Saalfeld a. Saale bezog, an dem ich Ostern 1902 das Maturitätsexamen bestand. Von dieser Zeit ab widmete ich mich an der Universität Leipzig dem Studium der Naturwissenschaften, wobei ich vor allem die Vorlesungen und Practica der Herren Professoren Chun, Credner, Hantzsch, Pfeffer, † Wislicenus und Zirkel besuchte, denen ich für die Einführung in das Gesamtgebiet der Naturwissenschaften zu größtem Danke verpflichtet bin.

Druck von Carl Grüninger, Stuttgart